"SCIENTIA,,

(RIVISTA DI SCIENZA)

Rivista internazionale di sintesi scientifica - Revue internationale de synthèse scientifique
Internat. Rev. of Scient. Synthesis - Internat. Zeitschr. für wissensch. Synthese - Revista int. de sínt. científica

EX-DIRETTORE - ANCIEN DIRECTEUR - LATE EDITOR - VORMALIGER HERAUSGEBER - EX-DIRECTOR
EUGENIO RIGNANO

COMITATO DIRETTIVO - COMITE DIRECTEUR - EDITORIAL COMMITTEE
LEITENDES COMITE - COMITÉ DIRECTIVO
G. B. BONINO - F. BOTTAZZI - G. BRUNI - A. PALATINI - G. SCORZA

REDAZIONE - RÉDACTION - REDACTION - REDAKTION - REDACCIÓN
PAOLO BONETTI

Vol. LXIV Annus XXXII

MCMXXXVIII

NICOLA ZANICHELLI - BOLOGNA

PARIS
FÉLIX ALCAN

LEIPZIG
AKAD. VERLAGSGESELLSCH. m. b. H.

LONDON
DAVID NUTT

NEW YORK
G. E. STECHERT & Co.

LAUSANNE
F. ROUGE & Cie

BUDAPEST
FR. KILIAN'S NACHF.

TOKYO
THE MARUZEN Co.

Directeur responsable: P. Bonetti

Bureaux de la Revue: Via A. De Togni, 12 - MILANO

È assolutamente vietata la riproduzione e traduzione degli articoli inseriti in questa Rivista.

La reproduction et la traduction des travaux publiés dans cette Revue sont interdites.

MILANO — TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

INDEX

Vol. LXIV, N. CCCXV-7 - CCCXVI-8 - CCCXVII-9 - CCCXVIII-XIX – 10-11 - CCCXX-12

		du Texte	du Supplém.
Benedicenti, E. – Problemi vecchi e nuovi della farmacologia — (Problèmes anciens et problèmes nouveaux de la pharmacologie)	n.	CCCXVII, p. 128	— 57
Bohlin, K. – Sur l'étude des comètes anciennes et récentes	»	CCCXVII, » 113	— —
Carrelli, A. – Moderne idee sulle forze nucleari — (Idées modernes sur les forces nucléaires)	»	CCCXVIII-XIX, » 178	— 86
Combes, R. – Milieu, fonctionnement et morphogénèse	»	CCCXVIII-XIX, » 198	— —
Contenau, G. – Les caractères fondamentaux de la civilisation d'Assur et de Babylone, et les découvertes récentes	»	CCCXVIII-XIX, » 215	— —
Delépine, M. – La synthèse en chimie organique	»	CCCXX, » 270	— —
Fischer-Wasels, B. – Moderne Grundprobleme der Geschwulstforschung. III. Teil — (Les principaux problèmes de la cancérologie moderne. III[ème] Partie) . . .	»	CCCXV, » 14	— 13
Frobenius, L. – Denkformen vergangener Menschheit — (Formes de pensée de l'humanité d'autrefois)	»	CCCXVII, » 135	— 63
Gratton, L. – Che cos'è una stella nuova — (Qu'est-ce qu'une étoile nouvelle) . .	»	CCCXVIII-XIX, » 173	— 82
Kuiper, G. P. – The Mystery of ε Aurigae — (Le mystère de ε Aurigae)	»	CCCXX, » 253	— 119

			du Texte	du Supplém.
Lambertini, G. – Aspetti costituzionali dei muscoli degli atleti — (Aspects constitutionnels des muscles des athlètes) .	n.	CCCXV, p.	10 —	9
Mark, P. – Die Elastizität langkettiger Substanzen als statistischer Effekt — (L'élasticité des substances à longues chaînes considérée comme effet statistique)	»	CCCXV, »	1 —	1
Masson-Oursel, P. – « Philosophia Universalis »	»	CCCXVII, »	109 —	—
Mitchell, H. H. – Protein Nutrition — (La nutrition en protéines).	»	CCCXVIII-XIX, »	206 —	103
Partington, J. R. – Oxidation and reduction — (Oxydation et réduction).	»	CCCXVII, »	121 —	49
Persico, E. – Sul significato scientifico dell'opera di Marconi — (Signification scientifique de l'œuvre de Marconi). . . .	»	CCCXVIII-XIX, »	161 —	71
Read, J. – Michael Scot: a Scottish Pioneer of Science — (Michael Scot: un pionnier écossais de la science)	»	CCCXVIII-XIX, »	190 —	96
Rode, P. – Considérations biologiques et biogéographiques sur les primates de l'Afrique	»	CCCXV, »	27 —	—
Sapper, K. – Zeitbewusstsein und Zeitschema. I. Teil — (Notion consciente et représentation schématique du temps. Ière Partie)	»	CCCXVIII-XIX, »	165 —	75
— — Zeitbewusstsein und Zeitschema. II. Teil — (Notion consciente et représentation schématique du temps. IIème Partie)	»	CCCXX, »	260 —	125
Schilder, P. – The Child and the Symbol — (L'enfant et le symbole)	»	CCCXV, »	21 —	19
Spearman, Ch. E. – Measurement of Intelligence — (Mesure de l'intelligence) .	»	CCCXVI, »	75 —	37
Staudinger, H. – Ueber hochpolymere Verbindungen — (Sur les combinaisons fortement polymerisées)	»	CCCXVI, »	53 —	25
Tarozzi, G. – La evoluzione nella determinazione dei fenomeni vitali secondari — (L'évolution dans la détermination des phénomènes vitaux secondaires) . . .	»	CCCXX, »	281 —	132
Vallaux, C. – Parcs nationaux et réserves naturelles	»	CCCXVI, »	90 —	—

		du Texte	du Supplém.
Virgilii, F. – Dalla Statistica universitaria alla Statistica matematica — (De la Statistique universitaire à la Statistique mathématique)	n.	CCCXVI, p.	83 — 42
Westermann, D. – Die Völker Afrikas heute und morgen — (Les peuples de l'Afrique, aujourd'hui et demain)	»	CCCXVIII-XIX, »	221 — 111
Zollikofer, C. – De l'influence des hormones animales sur les plantes	»	CCCXVI, »	66 — —

Recensioni - Comptes rendus - Book Reviews - Buchbesprechungen - Análisis de obras.

		du Texte
Allo, R. P. – Saint Paul, Seconde Épître aux Corinthiens; **M. Simon**	n.	CCCXX, p. 301
Arditti, R. – Les théories quantiques; **A. Palatini** . .	»	CCCXV, » 37
Arias, G. – Corso di Economia politica Corporativa; **A. Mariotti**.	»	CCCXV, » 41
Ayrout, H. H. – Mœurs et coutumes des Fellahs; † **E. De Michelis**.	»	CCCXVIII-XIX, » 243
Baldwin, M. W. – Raymond III of Tripolis and the fall of Jerusalem (1140-1187); **L. Halphen**	»	CCCXVII, » 154
Baratta, M. – I terremoti in Italia; **M. Gortani** . . .	»	CCCXVIII-XIX, » 233
Blancard, R. – Géographie de l'Europe; **R. Almagià** . .	»	CCCXV, » 40
Blaschke, W. – Vorlesungen über Integralgeometrie; **E. Bompiani**	»	CCCXVIII-XIX, » 230
Boson, G. – Tavolette cuneiformi sumere degli archivi di Drehem e di Djoha, dell'ultima dinastia di Ur; **G. Furlani**	»	CCCXVII, » 156
Bratianu, G. I. – Privilèges et franchises municipales dans l'Empire byzantin; **L. Halphen**	»	CCCXVII, » 154
Brillouin, J. – L'acoustique et la construction; **A. Boutaric**	»	CCCXX, » 295
Broglie (de), L. – La Physique nouvelle et les Quanta; **O. Cuzzer**	»	CCCXVI, » 98
Campanella, T. – Teologia; **L. Limentani**	»	CCCXVI, » 96
Cloché, P. – Démosthènes et la fin de la démocratie athénienne; **A. Visconti**.	»	CCCXVIII-XIX, » 240
Colnat, A. – Les Épidémies de l'Histoire; **A. Castiglioni**	»	CCCXX, » 300
Daniel, G. et A. – Arts et Techniques de la Santé; **C. A. Ragazzi**	»	CCCXVIII-XIX, » 237
Davison, Ch. – Great Earthquakes; **M. Gortani**	»	CCCXVIII-XIX, » 233

			du Texte
Dyson, F. and Woolley, R. – Eclipses of the Sun and Moon; **G. Abetti**	n.	CCCXVIII-XIX,	p. 232
Eddington, A. – Relativity Theory of Protons and Electrons; **E. Amaldi**	»	CCCXVII,	» 145
Emschwiller, G. – Les données spectrales; **A. Boutaric**	»	CCCXVII,	» 146
Erman, A. – La religion des Égyptiens; † **E. De Michelis**	»	CCCXVIII-XIX,	» 243
Esmein, A. – Le mariage en droit canonique; **L. Halphen**	»	CCCXVII,	» 154
Fessard, A. – Propriétés rythmiques de la matière vivante; **F. Bottazzi**	»	CCCXX,	» 297
Fortrat, R. – L'effet Zeeman dans les spectres de bandes; **A. Boutaric**	»	CCCXVII,	» 146
Frobenius, L. – Histoire de la civilisation africaine; † **E. De Michelis**	»	CCCXVIII-XIX,	» 243
Gegaj, A. – L'Albanie et l'Invasion turque au XV^e^ siècle; **A. Visconti**	»	CCCXVIII-XIX,	» 240
Gliozzi, M. – L'elettrologia fino al Volta; **R. Marcolongo**	»	CCCXVI,	» 97
Godeaux, L. - Les Géometries; **A. Natucci**	»	CCCXVIII-XIX,	» 231
Gola, G., - Negri, G. et Cappelletti, C. – Trattato di Botanica; **R. Ciferri**	»	CCCXV,	» 39
Günter, H. – Das deutsche Mittelalter; **L. Halphen**	»	CCCXVII,	» 154
Haller, J. – Nikolaus I und Pseudo Isidor; **L. Halphen**	»	CCCXVII,	» 154
Hering, H. – Dissociation de l'eau en H^2 et OH; **A. Boutaric**	»	CCCXX,	» 295
Hertwig, P. – Artbastarde bei Tieren; **M. Thomas**	»	CCCXVIII-XIX,	» 237
Hettner, A. - Vergleichende Länderkunde; **M. Gortani**	»	CCCXVII,	» 148
Holmes, J. – Human Genetics and its social importance; **G. W. Harris**	»	CCCXV,	» 39
Humbert, P. – L'œuvre astronomique de Gassendi; **L. Gratton**	»	CCCXX,	» 294
Huygens, Ch. – Œuvres complètes publiées par la Société Hollandaise des Sciences. Tome XIX; **R. Marcolongo**	»	CCCXVIII-XIX,	» 229
Janet, P. – L'intelligence avant le langage; **Y. Le Lay**	»	CCCXX,	» 299
Jochmans, G. et Descans, F. – Électricité et magnétisme; **A. Boutaric**	»	CCCXX,	» 295
Kähler, F. – Einführung in die Theorie der Systeme, von Differenzialgleichungen; **E. Bompiani**	»	CCCXVIII-XIX,	» 230
Krejci-Graf, K. – Erdöl; **M. Gortani**	»	CCCXVII,	» 148
Lavollay, J. – Recherches sur le magnésium en chimie animale; **P. Rondoni**	»	CCCXVIII-XIX,	» 235
Livi, L. – I fattori biologici dell'ordinamento sociale; **F. Virgilii**	»	CCCXVIII-XIX,	» 239
Lukas, J. - A Study of the Kanuri language. Grammar and Vocabulary; **O. Assirelli**	»	CCCXVI,	» 100
McPike, E. F. – Evelius, Flamsteed and Halley; **L. Gratton**	»	CCCXX,	» 294

		du Texte
MONTICELLI, G. - Millenari rappresentativi. Raterio Vescovo di Verona (890-974); **A. Visconti**	n.	CCCXVIII-XIX, p. 240
PAINLEVÉ, P. - Cours de Mécanique; **A. Palatini** . . .	»	CCCXV, » 37
PERRIN, J. - Les atomes; **A. Boutaric**	»	CCCXVII, » 145
PLATRIER, CH. - La masse en cinématique et théorie des tenseurs du second ordre; **A. Palatini**	»	CCCXV, » 37
— — Les axiomes de la Mécanique newtonienne; **R. Marcolongo**	»	CCCXVIII-XIX, » 229
POIRÉE, J. - La mécanique à la portée de tous; **A. Palatini**	»	CCCXV, » 37
QUERCY, P. - Les hallucinations; **Y. Le Lay**	»	CCCXX, » 299
RITTMANN, A. - Vulkane und ihre Tätigkeit; **M. Gortani**	»	CCCXVIII-XIX, » 233
RUFFINI, F. - Scritti giuridici minori; **A. Levi**	»	CCCXVI, » 100
— — Ultimi studi sul Conte di Cavour; **A. Levi** . . .	»	CCCXVI, » 100
RUSSELL, J. E. - Soil Conditions and Plant Growth; **R. Ciferri**	»	CCCXVII, » 153
RUTHERFORD (Lord) - The Newer Alchemy; **E. Segrè**. .	»	CCCXVI, » 98
SAPPER, K. - Geomorphologie der Feuchten Tropen; **M. Gortani**	»	CCCXVII, » 148
SARTRE, J. P. - L'imagination; **Y. Le Lay**	»	CCCXX, » 299
STUART, H. A. et TRIESCHMANN, H. G. - Lichtzerstreuung; **E. Segrè**.	»	CCCXVI, » 98
THOMAZI, A. - Les flottes de l'Or, Histoire des galions d'Espagne; **A. Visconti**	»	CCCXVIII-XIX, » 240
VALKENBURG (von), S. et HUNTINGTON, E. - Europe; **R. Almagià**.	»	CCCXV, » 40
VAN ARKEL, A. E. et DE BOER, J. W. - La valence et l'électrostatique; **A. Boutaric**	»	CCCXVII, » 145
VEINREICH, H. - Physikalische Beobachtungs- und Denkaufgaben des Alltags; **E. Segrè**	»	CCCXVI, » 99
VELLAY, CH. - Controverses autour de Troie; **A. M. Pizzagalli**	»	CCCXV, » 44
VERONNET, A. - Constitution physique des étoiles; **H. Grouiller**	»	CCCXVIII-XIX, » 231
VILLEY, P. - Montaigne devant la posterité; **L. Limentani**	»	CCCXVI, » 96
WILLIS, B. - East African Plateaus and Rift Valleys; **M. Gortani**	»	CCCXVII, » 148
WILSON, A. H. - The theory of metals; **A. Boutaric** . .	»	CCCXX, » 295
WINTER, E. K. - Rudolph IV von Oesterreich; **L. Halphen**	»	CCCXVII, » 154
*** Discovery Reports. Vols XI-XII-XIII; **E. Zavattari** .	»	CCCXVII, » 150
*** Enciclopedia delle matematiche elementari. Vol. II, Parte I; **A. Palatini**	»	CCCXV, » 37
*** Perspectives in Biochemistry. Thirty-one Essays presented to Sir Frederic Gowland Hopkins by Past and Present Members of his Laboratory; **P. Rondoni** . .	»	CCCXVIII-XIX, » 235
*** Reports on Progress in Physics; **A. Boutaric** . . .	»	CCCXX, » 295

Rivista delle Riviste - Revue des Revues - Review of Reviews - Zeitschriften-Umschau - Revista de Revistas.

du Texte

N. CCCXV . . . . . p. 45-48
» CCCXVI . . . . . » 102-104
» CCCXVII . . . . . » 158-160
» CCCXVIII-XIX . . . . . » 246-249
» CCCXX . . . . . » 302-304

Cronaca - Chronique - Chronicle - Chronik - Crónica.

du Texte

N. CCCXVI (Nouvelles diverses) . . . . . p. 105
» CCCXVIII-XIX (Congrès et Réunions) . . . . . » 250-252

Comunicazioni - Communications - Mitteilungen - Noticias.

du Texte

Kattsoff, L. O. – La logique non-aristotélicienne et la crise en science . . . . . n. CCCXV, p. 49
Przyluski, J. – Les phénomènes et les faits . . . . . » CCCXVI, » 103

DIE ELASTIZITÄT LANGKETTIGER SUBSTANZEN ALS STATISTISCHER EFFEKT

Es wird eine neue Erklärung für die hohe reversible Elastizität des natürlichen Kautschuks sowie synthetischer kautschukähnlicher Substanzen gegeben. Sie besteht in der Tatsache, dass ein langes biegsames Fadenmolekül während der Dehnung seine Entropie ändert und zwar in dem Sinne, dass der gestreckte Zustand unwahrscheinlicher ist als der ungestreckte. Um ihn aus dem ungedehnten Zustand zu erzeugen, ist somit Arbeit notwendig. Die Spannung an einem gedehnten Kautschuk wird also nicht durch eine Aenderung der inneren Energie, sondern durch eine Aenderung der Entropie des Materials bewirkt. Ein Vergleich mit der Erfahrung zeigt, dass diese Erklärung in bester Uebereinstimmung mit unseren Kenntnissen über die Elastizität und Thermoelastizität des Kautschuks steht.

1. — Einleitung.

Alle Körper, die aus langen beweglichen Ketten bestehen, zeigen eine besonders auffallende Eigenschaft: die *hohe reversible Elastizität.* Wenn auch der Temperaturbereich dieser Eigenschaft recht verschieden sein kann (bei Polyvinylalkohol und Kautschuk etwa bei Zimmertemperatur, bei Polystyrol, Schwefel oder Thiokol erst bei höheren Temperaturen), so ist doch festzustellen, dass für, kautschukartige Elastizität das Vorhandensein langer biegsamer Ketten unerlässliche Bedingung ist. So findet man typische Kautschukelastizität beim Polyvinylalkohol (Vinarol), Polybutadien (Buna), Polydimethylbudatien (Methylkautschuk), Polyacrylester sowie bei einem Mischpolimerisat mit Vinylchlorid ferner beim Sehnen — und Muskelfibroin, beim Polychlorbudatien (Dupren, Sowpren), beim Polyäthylensulfid (Thiokol, Baerit), Polyphosphornitrilchlorid und schliesslich bei vulkanisierten Oelen (Faktis) sowie beim elastischen Schwefel selbst. In den bisher untersuchten Fällen (natürlicher Kautschuk, Buna, Methylkautschuk) ergab sich, dass der Elastizitätsmodul proportional der absoluten Temperatur ansteigt und dass während der Dehnung eine Wärmeentwicklung zu beobachten ist, ein Befund, der im Gegensatz zum Verhalten normal elastischer Körper (Stahl, Quarz, Glas usw.) steht.

Es muss auffallen, dass es chemisch überaus verschiedene Substanzen sind, denen die gemeinsame Eigenschaft besonders hoher reversibler (kautschukartiger) Dehnung zukommt und man wird versucht sein, dies auf das grundsätzlich gleichartige Aufbauprinzip dieser Stoffe zurückzuführen. Als solches kann man hinstellen: alle genannten Körper bestehen aus sehr langen kettenförmigen Molekülen, die ein hohes Mass innerer Beweglichkeit aufweisen. Die

Gliederzahl dieser Ketten bewegt sich zwischen 10^2 und 10^4; ihre Beweglichkeit ist durch die Art der Verknüpfung zwischen den Gliedern — meistens einfache C-C Bindung — gegeben.

2. — Ueber die Dehnung normaler Stoffe und langkettiger Substanzen.

Daneben erscheint es auch wichtig zu betonen, dass im Gegensatz hierzu Stoffe, denen diese beiden Eigenschaften nicht oder in nur untergeordnetem Ausmass zukommen, niemals einen erheblichen Bereich reversibler Dehnung zeigen, sondern durch die normalen elastischen Eigenschaften der kristallisierten oder amorphen Festkörper charakterisiert sind. Sie unterscheiden sich sowohl durch das Ausmass der elastischen Erscheinungen als insbesondere durch das *thermoelastische* Verhalten ganz erheblich von den früher besprochenen langkettigen Substanzen. Davon, wie die normalen elastischen Eigenschaften kristallisierter oder amorpher Festkörper zustandekommen, kann man sich zumindest qualitativ gegenwärtig eine ausreichende Vorstellung machen. Die einzelnen Partikeln — Atome, Ionen oder Moleküle — befinden sich in Gleichgewichtslagen (im Kristall sind diese regelmässig angeordnet, im amorphen Festkörper nicht ganz regelmässig) und vollführen kleine, fast elastische Schwingungen um diese Gleichgewichtslagen; bei höherer Temperatur stärker als bei tiefer. Spannt man einen solchen Körper an, dann werden die einzelnen Teilchen ein wenig aus ihren Ruhelagen herausgehoben und schwingen jetzt um eine neue Gleichgewichtslage, deren Abstand etwas grösser ist als früher und deren Minimum etwas höher liegt. Die Vergrösserung des Abstandes beinhaltet die beim Anspannen eingetretene Dehnung, die Erhöhung der Ruhelagen bedeutet, dass jetzt ein gewisses Mass an Energie in dem Probekörper aufgespeichert ist, die *elastische Spannung*.

Lässt man den Kristall los, so bewegen sich die Gitterpunkte wieder in ihre ursprünglichen Gleichgewichtslagen zurück, geben ihre Energie ab und der frühere Zustand ist vollständig wieder hergestellt.

Die Thermodynamik verlangt, dass sich der Körper beim raschen Dehnen abkühlt und beim raschen Entspannen erwärmt; dies ist auch experimentell nachgewiesen worden.

Ganz andere Verhältnisse trifft man bei der kautschukartigen Dehnung an. Hier kann sich der Bereich der elastisch reversiblen Verlängerung über mehrere 100% erstrecken; die Dehnungskurve geht meist linear aus dem Ursprung hervor, nimmt aber später je nach den Versuchsbedingungen einen mehr oder weniger komplisierten Verlauf, so dass der Elastizitätsmodul während der Dehnung nicht konstant bleibt. Der elastische Modul des linearen Anfangs-

stückes liegt hier in der Gegend zwischen 10^5 und 10^7 Dyn/qcm, und ist erheblich kleiner als bei der Kristalldehnung. Im Verlauf rascher Dehnung erwärmt sich die Substanz und kühlt sich beim Entspannen wieder ab, wie besonders in neueren Arbeiten von L. Hock gezeigt wurde.

Durchleuchtet man, wie dies zuerst J. R. Katz getan hat, einen Kautschukstreifen während der Dehnung, so findet man im ungedehnten Zustand einen verwaschenen Ring, der auf amorphe Struktur des Materials schliessen lässt. Dieser bleibt mit geringen Aenderungen bis etwa 150-300% erhalten, dann erscheinen neben ihm scharf und deutlich Kristallinterferenzen, aus denen man schliessen kann, dass sich im Verlauf der Dehnung kleine, geordnete Bereiche ausbilden; sie sind von Hauser und Mark, Mark und v. Susich, Lotmar und Meyer und in neuester Zeit besonders von Thiessen und seinen Mitarbeitern genauer untersucht worden und haben zur Aufstellung eines Strukturmodells für den natürlichen Kautschuk geführt. Andere langkettige Substanzen zeigen ein analoges, wenn auch nicht ebenso ausgeprägtes Verhalten. Der Elastizitätsmodul und der Gesamtverlauf der Dehnungskurve hängen in hohem Mass von der Temperatur und vom Vulkanisationsgrad ab. Typische *Kautschukelastizität* haben nur mässig oder gar nicht vulkanisierte Präparate. Wenn zwischen den einzelnen, in sich beweglichen Ketten durch die Schwefelbrücken zu viele Querverbindungen hergestellt werden, verschwindet die typische Kautschukelastizität und man nähert sich immer mehr dem normalen Verhalten kristallisierter Festkörper (Hartgummi). Der aus dem Anfangsstück der Dehnungskurve berechnete Elastizitätsmodul nimmt mit steigender Temperatur zu. Dies haben besonders K. H. Meyer sowie Ornstein mit ihren Mitarbeitern festgestellt.

Die Aufzählung dieser Eigenschaften zeigt, dass der molekulare Mechanismus der Kautschukelastizität offenbar grundsätzlich von dem der normalen Elastizität verschieden ist und man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man ihn in irgendwelcher Weise mit dem Vorhandensein langer, biegsamer Ketten in Zusammenhang bringt. Schon vor mehrern Jahren hat K. H. Meyer auf Grund seiner eben erwähnten Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit des Elastizitätsmodules von Kautschuk dessen Elastizität als kinetischen Effekt gedeutet; ähnliche Ueberlegungen aus Muskel verdankt man L. Wölisch.

3. — Die innermolekulare Statistik eines isolierten Kettenmoleküls.

Um von möglichst einfachen Verhältnissen auszugehen, betrachten wir ein isoliertes Fadenmolekül, und zwar eine unverzweigte

Kohlenwasserstoffkette mit n-Gliedern, das heisst mit $(n+1)$ C-Atomen

$$CH_3 - CH_2 - \underbrace{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots}_{(n-3)} CH_2 - CH_3$$

n soll dabei eine Zahl zwischen 10^2 und 10^4 sein. Dieses Modell stellt zwar noch eine erhebliche Vereinfachung gegenüber dem natürlichen Kautschuk dar, weil die Methylgruppen fehlen, doch handelt es sich zunächst darum, das prinzipielle Verhalten einer solchen Kette zu studieren. Später werden wir zu berücksichtigen haben, dass die bei der vorliegenden Kette realisierte freie Drehbarkeit in Wirklichkeit nicht völlig besteht und dass die verschiedenen Ketten eines makroskopischen Stückes sich gegenseitig irgendwie behindern müssen.

Nach den Grundsätzen der Stereochemie sind die einzelnen Glieder 1,54 Å lang, der Winkel zwischen den Valenzen sei a, er beträgt etwa 109°; wenn wir die Kette völlig ausstrecken, so dass sie die in Abb. 2 dargestellte Gestalt besitzt, ist ihre Länge gegeben durch

$$L = (n-1).l \sin \frac{\alpha}{2} \qquad (1)$$

Diese maximale Länge der Kette lässt sich, wie man durch Anschauung sofort sieht, nur in einer Weise erreichen, nämlich so, dass alle Bindungen in ein und derselben Ebene liegen und das in Abb. 2 dargestellte *Zickzackband* bilden; der grösste zwischen den Enden überhaupt erreichbare Abstand $r_{max} = L$, welcher völlige Streckung der Ketten bedeutet, lässt sich also nur auf eine einzige Art herstellen.

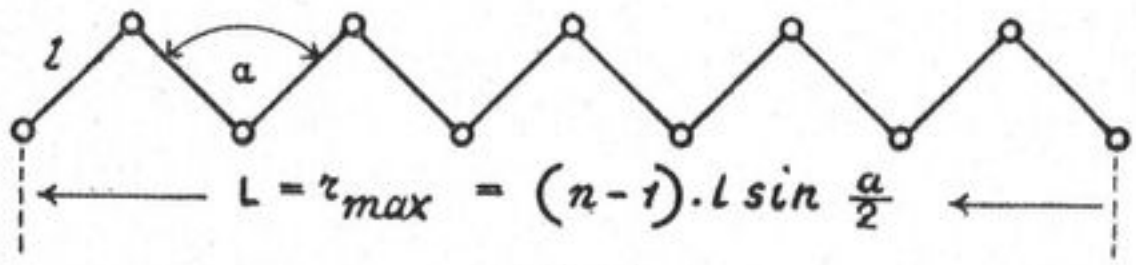


Abb. 2

Wenn wir aber die Kettenenden in einen anderen Abstand voneinander bringen wollen, z.B. in den Abstand r, wobei $r < r_{max}$ ist, dann lässt sich dies auf sehr *verschiedene Weisen* realisieren; wir können ja wegen der inneren Beweglichkeit der Kette die einzelnen Glieder in vielen verschieden Arten so anordnen, dass gerade der Abstand r zwischen den beiden letzten C-Atomen herauskommt. Denken wir uns eine grosse Zahl, etwa 1000 solcher Ketten ganz willkürlich auf den Boden geworfen, messen wir dann den Abstand der Enden für jede einzelne Kette und bilden eine Statistik, so ist

es auf Grund der Kompinatorik sehr unwahrscheinlich den maximalen Abstand zu finden, da er nur auf eine Weise hergestellt werden, kann, irgendein kleinerer Abstand lässt sich erheblich häufiger realisieren, und wird daher in Wirklichkeit auch häufiger angetroffen werden.

Jedem vorgegebenen Abstand r der beiden Kettenenden kommt eine ganz bestimmte Zahl von Realisierungsmöglichkeiten zu, die man im Anschluss an Boltzmann auch die zu r gehörige *Komplexion* nennen kann. Zur Berechnung dieser Komplexion als Funktion von r muss man über den Bau der Kette und über ihre Beweglichkeit verschiedene Annahmen machen. Wenn man mit 1 die Länge eines einzelnen Gliedes, mit n die Zahl der Glieder und mit a den Winkel zwischen zwei aufeinanderfolgende Glieder bezeichnet und völlig unbehinderte Drehbarkeit walten lässt, dann ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Enden einser solchen Kette den Abstand r von einander haben, gegeben durch

$$W(n, l, \alpha, r)\, r^2\, dr = 3 \cdot \sqrt{\frac{6}{\pi}} \cdot \frac{1}{n^{3/2} \cdot l_\alpha^2} \cdot \exp. \left(-\frac{3\, r^2}{2\, n\, l_\alpha^2}\right) \cdot r^2\, dr \qquad (2)$$

n = Gliederzahl
l = Einzellänge
α = Valenzwinkel

$$l_\alpha^2 = l^2 = l^2 \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

r muss natürlich immer kleiner bleiben als r_{max}.

Die eben gemachten Ueberlegungen laden nun zur Annahme ein, dass eine im thermodynamischen Gleichgewicht mit ihrer Umgebung befindliche Kette — die von allen Seiten unregelmässig thermische Impulse zugeführt erhält — *von selbst* immer jenen Zustand annimmt, der die grösste Zahl von Realisierungsmöglichkeiten aufweist. Dies ist nichts anderes als die Anwendung der Boltzmannschen Statistik auf ein einzelnes Fadenmolekül und wird solange keinem Einwand unterliegen, als man genug voneinander wirklich unabhängige Elemente vor sich hat, mit denen man Statistik betreibt. Wir wollen nunmehr im Sinne einer Uebertragung der Boltzmannschen Ueberlegungen einer isolierten Hauptvalenzkette eine Entropie.

$$S = k \ln W \qquad (3)$$

zuschreiben und aus dieser ihr Gesamtverhalten abzuleiten versuchen. Zunächst wird man finden, dass eine solche Kette von selbst immer nur in einen Zustand grösserer Entropie, d.h. grösserer Wahrscheinlichkeit übergehen kann und dass zur Herstellung eines unwahrscheinlicheren Zustandes Arbeit geleistet werden muss. Wenn wir daher eine Kette vor uns haben, deren Enden eine Entfer-

nung r voneinander besitzen und sie auf die maximale Länge L dehnen wollen, dann müssen wir hierzu eine Arbeit A leisten, welche der Entropiedifferenz S_r—S_L entspricht. Diese Arbeitsleistung hat zur Folge, dass sich bei rascher Dehnung die Kette erwärmt. Dies entspricht genau der Erwärmung eines idealen Gases bei adiabatischer Kompression, im Verlauf derer ein Entropieverlust deswegen eintritt, weil Raumteile die dem Gas früher zur Verfügung standen, nunmehr hierfür versperrt sind. Dies bewirkt eine Verkleinerung der Zahl der Realisierungsmöglichkeiten.

Der Druck p eines Gases wird durch die unregelmässige Molekularbewegung ausgeübt, welche trachtet, dem Gas wieder ein grösseres Volumen zugänglich zu machen und daher die Zahl der Anordnungsmöglichkeiten zu erhöhen, was eine Entropiezunahme bedeutet. Genau so wird der Zug σ an den Enden einer gestreckten Hauptvalenzkette durch die unregelmässige Wärmebewegung der einzelnen Glieder verursacht, welche die Kette in einen kürzeren Zustand überzuführen trachten, weil dieser kürzere Zustand eine grössere Zahl von Realisierungsmöglichkeiten besitzt, daher wahrscheinlicher ist und einer höheren Entropie entspricht. Man versteht jetzt, warum sich kautschukähnliche Stoffe beim Dehnen erwärmen und beim Entspannen abkühlen müssen, in völliger Analogie zum Verhalten idealer Gase und im Gegensatz zur normalen Kristallelastizität.

Bei den idealen Gasen ist die innere Energie U vom Volumen unabhängig, ebenso kann man beim Kautschuk einen Bereich als « idealen » Bereich definieren, innerhalb dessen die innere Energie von der Spannug unabhängig ist. Versuche haben gezeigt, dass bei schwach vulkanisierten Proben bei etwa 250% Dehnung tatsächlich eine nur sehr schwache Abhängigkeit der inneren Energie von der Länge besteht. Bei realen Gasen und bei Kautschukpräparaten, die nicht diesem speziellen Bereich angehören, ändert sich dieses Verhalten und es tritt durch zwischenmolekulare Kräfte eine Abhängigkeit der inneren Energie vom Volumen bzw. von der Dehnung auf.

4. — Aufstellung einer Zustandsgleichung für den idealen Kautschuk.

Wir wollen nun in Analogie zum idealen Gas eine *Zustandsgleichung* des idealen Kautschuks aufstellen und erhalten

$$\sigma = kT \cdot \frac{3}{n\,l^2} \cdot \frac{1 - \cos\alpha}{1 + \cos\alpha} \cdot \partial l \qquad (4)$$

Aus (4) liest man ab, dass der Elastizitätsmodul E gedehnter kautschukähnlicher Stoffe proportional der absoluten Temperatur zunehmen muss. Gerade dies ist nun in der letzten Zeit von verschiedenen Autoren im Bereich von etwa —50° bis +80° C festgestellt worden, was durchaus in Uebereinstimmung mit der hier vorgeschlagenen Auffassung, aber in völligem Widerspruch zum normalen ela-

stischen Verhalten steht. Die Gleichung bringt auch die Proportionalität zwischen Spannung und Verlängerung zum Ausdruck, welche, wie die Versuche zeigen, ebenfalls zumindest im Anfangsbereich der Dehnung — und nur für diesen gelten die gemachten Voraussetzungen und daher auch die entwickelten Beziehungen — gut erfüllt ist.

Die Beziehung (4) beinhaltet auch einen Zusammenhang zwischen der in dem Kautschukstück herrschenden Spannung und der Anzahl der in Kubikzentimer enthaltenen einzelnen Fadenmoleküle, gestattet also genau wie die auf die Gewichtseinheit eines idealen Gases bezogene Zustandsgleichung die Berechnung des Gewichtes der einzelnen Kette. W. Kuhn hat diese Berechnung durchgeführt und erhält für das Molekulargewicht Werte zwischen 20.000 und 100.000, was mit den allgemeinen Vorstellungen über die Grösse der Hauptvalenzketten gut übereinstimmt.

Es ist auch von Interesse zu bemerken, dass man beim Kautschuk eine spezifische Wärme bei konstanter Spannung C_0 und eine bei konstanter Länge C_l zu unterscheiden hat, genau wie es beim Gas eine Molwärme bei konstantem Volumen und eine bei konstantem Druck gibt. Während bekanntlich beim idealen Gas der Unterschied dieser beiden Grössen pro Mol R beträgt, ergibt eine auf den früher abgeleiteten Formeln aufbauende einfache Rehnung für den Fall des Kautschuks für die Differenz der beiden spezifischen Wärmen pro Kubikzentimeter den Wert. Man sicht aus dieser Beziehung, dass der Grösse K kier eine ähnliche Bedeutung zukommt, wie der Gaskonstanten beim idealen Gas.

5. — Höhere Dehnungsgrade Uebergang zum realen Kautschuk.

Wenn auch mit Hilfe der vorgeschlagenen Erklärung der Kautschukelastizität die wesentlichsten Eigenschaften dieser Stoffe recht befriedigend und vor allem ganz einheitlich wiedergegeben werden können, so darf natürlich nicht verschwiegen werden, dass zwischen den abgeleiteten Formeln und der Wirklichkeit eine grosse Lücke klafft, deren Ausfüllung noch sehr bemerkenswerte Schwierigkeiten bieten wird. Denn die Beziehung (3) liefert nur den Anfangsteil der Dehnungskurve in jenem Bereich innerhalb dessen σ und δl einander direkt proportional sind. Wenn man weiterkommen will, steht man vor der Aufgabe, die Zustandsgleichung des idealen Kautschuks in ähnlicher Weise aufzubauen, wie dies beim Gas durch den Uebergang von der idealen Gasgleichung zur van der Waalsschen Zustandsgleichung geschieht.

Hierbei müssen wir bemerken, dass sowohl für die einzelne Kette als auch für die Wechselwirkung der Ketten untereinander geeignete

Korrekturen anzubringen sind. Bisher haben wir ja schon bei der einzelnen Kette Voraussetzungen eingeführt, die in der Natur sicherlich nicht zutreffen und es wird nötig sein, diese nun der Reihe nach fallen zu lassen. Ausserdem ist es natürlich unrichtig, die gegenseitige Wechselwirkung der Ketten untereinander nicht in Betracht zu ziehen. Daher lassen sich die zur Verbesserung des hier zunächst vorgeschlagenen einfachsten Modells nötigen Schritte in zwei Gruppen einteilen.

1. Es muss die reine Lagenstatistik eines isolierten Fadenmoleküls durch die Mitberücksichtigung anziehender und abstossender Kräfte zwischen den einzelnen Kettengliedern ausgebaut und:

2. Es müssen die gegenseitigen Kraftwirkungen zwischen den einzelnen Ketten in dem untersuchten Stück in geeigneter Weise zum Ausdruck gebracht werden.

Zu 1. Es ist zu betonen, dass gegen der van der Wallsschen Anziehung und Abstossungskräfte zwischen den Teilen einer einzigen Kette alle jene Lagen, die wir zunächst als statistisch gleichwertig angenommen haben, in Wirklichkeit energetische Unterschiede zeigen und daher nicht gleichwertig sind. Vielmehr wäre jede einzelne mikroskopische Realisierungsmöglichkeit eines bestimmten Kettenzustandes unter Berücksichtigung der gegenseitigen Kraftwirkungen ihrer einzelnen Teile mit einem Gewichtsfaktor von der Formel $\exp\left(-\frac{\varepsilon\, i}{kT}\right)$ zu versehen und bei Durchführung der Statistik unter Rücksichtnahme auf alle diese Gewichtsfaktoren vorzugehen. Dies ist — genau wie beim realen Gas — eine sehr schwierige (im vorliegenden Fall wahrscheinlich überhaupt undurchführbare Aufgabe) und man wird daher auch hier versuchen die Abstossungskräfte in einer Volums-, die Anziehungskräfte in einer Druckkorrektur zusammenzufassen. Für den ersten Zweck kann man dem bereits vorhandenen Teil der Kette ein gewisses schlauch — oder bandartiges Eigenvolumen zuschreiben, welches bei der Anordnung der neu hinzukommenden Kettenglieder für diese versperrt bleibt. Dies hat zur Folge, dass die wahrscheinlichste Länge einer solchen Kette grösser wird als nach Gleichung (3). Eine genauere Berechnung dieser Korektur würde hier zu weit führen, sie ist an anderer Stelle wenigstens näherungsweise durchgeführt worden und zeigt, dass man im allgemeinen mit dieser Korrektur länglichere Anordnung erhält, was mit den vorliegenden Erfahrungen in Einklang steht.

Zu 2. Bei der Berücksichtigung der *gegenseitigen* Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Ketten ist besonders die Tatsache leitend, dass der Kautschuk im Laufe der weiteren Dehnung Ordnungserscheinungen zeigt, die sich in den bekannten Kristallinterferenzen der gedehnten Präparate experimentell direkt beobachten lassen. Aenhliche, wenn auch nicht so deutliche Anzeichen für die

Ausbildung gittermässig geordneter Bereiche hat R. Brill beim Polybutadien und W. Carothers beim Dupren erbracht. Diese Erscheinungen lehren uns, dass bei weitgehender Dehnung die bereits zum Grossteil im gestreckten Zustand sich befindlichen Ketten unter dem Einfluss der zwischen ihnen herrschenden Anziehungskräfte allmählich zu miszellartigen Gebilden zusammentreten, die man im Interferenzbild beobachten kann und deren Abmessungen von Hengstenberg und Mark auch angenähert angegeben werden konnten.

Bei den relativ kurzen Ketten der Paraffin-Kohlenwasserstoffe ist wegen der geringen Gliederzahl die in das Kristallgitter hineinpassende gestreckte oder nahezu gestreckte Form nur wenig unwahrscheinlicher als die aus der Statistik resultierende wahrscheinlichste. Die natürlichen Energie-und Entropieschwankungen genügen daher in einem solchen System umgestreckte Ketten mit genügender Häufigkeit zu realisieren, sodass eine beobachtbare Kristallisationsgeschwindigkeit zustande kommt. Aus diesem Grunde können solche Stoffe aus der Lösung oder aus der Schmelze *von selbst* auskristallisieren, wobei erfahrungsgemäss mit steigender Kettenlänge die Geneigtheit zum spontanen Auskristallisieren ziemlich rasch abnimmt. Bei den wirklich hochpolymeren Stoffen sind aber die Ketten erheblich länger, die Zahl der unabhängigen Elemente der statistischen Betrachtung wird grösser (100-300) und die Wahrscheinlichkeitskurve entsprechend steiler. In solchen Fällen genügen die natürlichen Schwankungserscheinungen nicht mehr um ein entsprechend häufiges Auftreten gestreckter oder fast gestreckter Ketten zu realisieren. Daher wird die Kristallisationsgeschwindigkeit sehr klein und es tritt von sebst keine Ordnung der Fadenmoleküle ein. Erst wenn man durch eine von aussen an das Präparat angelegte zusätzliche Spannung die Ausbildung (an sich unwahrscheinlicher) nahezu gestreckter Einzelketten in entsprechendem Ausmass begünstigt, können diese durch ihre gegenseitigen Kraftwirkungen in geordneten Zustand gebracht werden und es erfolgt die Bildung von Kristalliten oder Miszellen. Die sehr aufschlussreichen Messungen, die G. v. Susich und neunlich besonders P. A. Thiessen und seine Mitarbeiter über den Schmelzpunkt des kristallisierten Kautschuks bei verschiedenen Dehnungsgraden angestellt haben, zeigen deutlich, dass bei gegebener Temperatur mit steigendem Dehnungsgrad die Ausbildung geordneter Bereiche zunimmt. Die aeussere Spannung kommt eben hier den Schwankungserscheinungen bei der Herstellung der an sich unwahrscheinlichen aber für die Kristallisation allein geeigneten Kettenform zu Hilfe.

Wien, Universität, Chemisches Institut.

H. MARK

ASPETTI COSTITUZIONALI DEI MUSCOLI DEGLI ATLETI

La forma dei muscoli varia a seconda del tipo costituzionale: i diametri longitudinali e quelli trasversali — specie nei muscoli degli arti — sono differenti a seconda che si tratti di un soggetto longilineo o di un brevilineo o di un normotipo. Anche le attività sportive tendono a modificare variamente la forma dei muscoli; io ho denominato *ipermorfismi* le caratteristiche ipertrofie di complessi muscolari differenti nei diversi sports. In eguali condizioni di allenamento si osservano atleti che per povertà di adipe presentano i contorni muscolari molto incisi ed atleti i quali invece per ricchezza di adipe sottocutaneo e sottofasciale mostrano i contorni dei muscoli poco incisi (muscoli fasciati o avviluppati). I dati anamnestici e le documentazioni fotografiche degli atleti a muscoli incisi dimostrano che questi soggetti alle soglie della pubertà non presentavano le note precoci dell'abito muscolare ipertrofico (abito atletico) ma quelle del longilineo esile. Si tratta dunque di soggetti ad abito costituzionale atletico non precoce, ma tardivo, abito atletico, suscitato dal costante esercizio muscolare e da tutta una complessa attività ormonica che in questi soggetti si esplica un pco più tardi che di norma.

Da tempo io mi vado occupando degli aspetti costituzionali dei muscoli e delle particolari ipertrofie suscitate dai diversi esercizi sportivi, ed ho dato particolare rilievo a due fattori della morfologia muscolare: l'uno costituzionale, l'impronta che il muscolo trae spontaneamente da natura; l'altro acquisito, la forma che il muscolo assume in seguito ad un suo determinato lavoro.

I muscoli — quelli degli arti in particolar modo — hanno differenti aspetti a seconda dei biotipi: nei longilinei il ventre muscolare è lungo ed anche i tendini sono allungati; nei brevilinei i muscoli ed i tendini si mostrano tozzi e brevi; nei normotipi esiste una giusta proporzione tra il diametro longitudinale e quello trasverso dei ventri carnosi. L'attività funzionale corre parallela alle varietà della forma. A muscoli longilinei corrispondono contrazioni rapide e di non lunga durata; a muscoli brachitipi contrazioni più lente, ma più durevoli; dai muscoli normotipi si esprime un equilibrato rapporto tra la velocità e la durata delle contrazioni. È noto — d'altra parte — che, a seconda dei caratteri del lavoro, alcuni gruppi muscolari si ipertrofizzano maggiormente ed altri meno; in più i ventri muscolari ipertrofici tendono a modificare variamente i loro diametri e, di qui, la loro forma. Studiando le condizioni dei muscoli nell'abito atletico ho denominato *ipermorfismi* le particolari ipertrofie di gruppi muscolari differenti nelle varie attività sportive, ipertrofie che valgono a distinguere atleti dediti ad esercizi diversi.

Gli ipermorfismi, rappresentando nell'abito atletico una nota caratteristica dovuta ad ipertrofie di gruppi muscolari — nota che squilla più alta, dominante, su di un restante armonico e valido sviluppo di masse carnose — contribuiscono a dimostrare la stretta rispondenza che corre tra la forma e le funzioni, i costanti adattamenti della forma alle più intense esigenze del lavoro funzionale.

Gli ipermorfismi non riguardano solamente il rilievo dei muscoli superficiali, ma anche l'ipertrofia dei muscoli profondi e l'iperplasia delle strutture tendinee, legamentose ed articolari, e perfino quella dei segmenti ossei, nelle loro superfici, nelle creste e nei loro rilievi. Il Brugsch ritiene così strette le relazioni di sviluppo tra superfici ossee e masse muscolari da dichiarare che basta conoscere il valore di uno di questi elementi — muscolo od osso — per inferire dello sviluppo dell'altro.

Io ho molto insistito sulla necessità didattica di un costante richiamo alla anatomia esterna dei muscoli, conosciuti spesso nelle loro origini ed inserzioni e nei loro rapporti in astratto, ma non riconosciuti, poi, nei rispetti della loro efficienza plastica sulle forme esterne del corpo. Conoscenze praticamente sempre più necessarie, dati anche gli odierni sviluppi dell'infortunistica e della medicina sportiva. Dell'importanza costituzionalistica delle forme muscolari ho detto, accennando alle differenze che corrono tra i muscoli dei longilinei, dei brevilinei e dei normotipi: ricorderò in oltre che il Kraus, per gli stretti rapporti che corrono tra il sistema muscolare e tutti gli altri sistemi dell'organismo, eleva i muscoli alla dignità di indice generale della costituzione.

Ho avuto occasione, assai spesso, di soffermarmi sull'importanza degli studi di miologia nell'arte. Afferma il Biaggi che quando un'artista parla dell'anatomia di una figura o di una statua, intende quasi esclusivamente l'aspetto miologico di essa: la miologia — dice il Biaggi — è per gli artisti quasi la sintesi dell'anatomia umana. La dottoressa De Sanctis di Palermo, seguendo il mio indirizzo ed i miei concetti, ha pubblicato pochi mesi or sono un saggio sugli ipermorfismi muscolari nei due sessi, considerati nelle loro espressioni artistiche.

* * *

Un'argomento anatomico che interessa il campo delle costituzioni, dell'arte e della medicina atletica è quello dei muscoli incisi.

Si hanno atleti, nei quali in congrue condizioni di allenamento i muscoli superficiali contratti si mostrano vivacemente scolpiti e talvolta lasciano perfino vedere il disegno dei fasci secondari che li compongono. Altri atleti, anche nel più prolungato allenamento, mantengono sempre sfumati i contorni dei muscoli superficiali per la permanente ricchezza di adipe sottocutaneo e sottofasciale. Si parla così di atleti a muscoli molto incisi e di atleti a muscoli poco incisi (muscoli avviluppati o fasciati). Dalla quantità dell'adipe sottofasciale e sottocutaneo dipende, dunque, la minore o maggiore incisione muscolare. Dal punto di vista costituzionale è da notare che, di norma, gli atleti a muscoli molto incisi appartengono al tipo longilineo. Si vuole comunemente nella pratica medico sportiva,

che gli atleti a muscoli molto incisi siano poco resistenti; pur tuttavia si vedono ogni giorno giovani atleti a forti incisioni muscolari raccogliere pieni successi anche nell'atletica pesante, come nel ruolo dei lottatori.

Poichè — come ho detto — per ricordare forme e rapporti delle masse carnose superficiali ha tanta importanza l'espressione o mimica muscolare sul vivente, è naturale che i soggetti a muscoli molto incisi ci offrano in questo senso i più eloquenti modelli, concedendoci di controllare le differenze tra il muscolo inerte sul cadavere ed il muscolo vivo, disteso o contratto, e di cogliere tutto quel brivido di variazioni, che particolarmente commuovono l'artista, e che vanno per gradi dalla completa distensione alla piena contrazione di gruppi muscolari. Pertanto gli atleti a muscoli molto incisi richiamano l'attenzione dell'artista, perchè gli svelano le vive immagini plastiche dei muscoli e quella dell'anatomico, perchè gli offrono la reale sintesi di tutto un insieme di inserzioni e rapporti già studiati sul tavolo di dissezione. Le forti incisioni, a muscoli contratti, permettono all'anatomico non solamente di riconoscere origini, inserzioni e forma dei ventri muscolari, e di distinguerne i principali fasci secondari che li compongono, ma perfino di diagnosticare direttamente sul vivo la presenza di qualche variazione muscolare.

Ora io mi sono occupato di seguire gli sviluppi costituzionali degli atleti dotati di muscoli molto incisi. Premetto che l'atleta, dal punto di vista costituzionale, non deve essere confinato in un particolare tipo morfologico: il longilineo, il brevilineo ed il normotipo si accordano ugualmente con le possibilità atletiche, pur diverse nelle loro realizzazioni da forma a forma costituzionale: è l'abito ipertrofico muscolare quello che morfologicamente delinea e conclama l'atleta. Se è vero che i giovani possono, mediante adeguati esercizi, influire sullo sviluppo della loro muscolatura, è altrettanto vero che l'atleta — secondo il concetto del Viola — è quello che, senza svolgere particolare attività sportiva, è già provveduto verso l'età pubere di una singolare, spontanea ricchezza di muscoli. In un mio volume di anatomia sul vivente ne ho tratto esempi e ne ho dato documentazioni fotografiche. Ora, quando si interrogano gli atleti a muscoli molto incisi sulle condizioni del loro abito costituzionale nella prima giovinezza, essi generalmente accusano di essere stati esili e gracili e ci dichiarano che debbono al costante esercizio sportivo la ricchezza muscolare, di cui ora si avvantaggiano. La testimonianza soggettiva non ha certamente alcun valore scientifico, priva com'è di controllo obbiettivo; tuttavia la universalità di questa testimonianza mi ha spinto a cercare una più precisa documentazione. Pertanto, di molti tra questi atleti, ho potuto esaminare le immagini fotografiche in tappe progressive, dai dieci anni in su, e mi sono confermato nel concetto che gli atleti a muscolatura fortemente

incisa rappresentano soggetti che non si affacciano alla pubertà con le note precoci dell'abito atletico — abito ipertrofico muscolare — ma con quelle del longilineo esile.

Gli atleti a muscoli molto incisi formerebbero, dunque, una categoria a se stante nel problema atletico costituzionale.

Si può pensare che in questi soggetti il costante esercizio sportivo abbia notevolmente influito, come causa esogena, sui progressivi sviluppi muscolari, senza dimenticare l'importanza di tutta una complessa attività ormonica che in essi avrà preso rigoglio in momenti un poco più tardivi che di norma. Stà di fatto che in queste condizioni, al progressivo forte sviluppo muscolare non è proporzionale quello del pannicolo sottocutaneo e dell'adipe sottofasciale, i quali si mantengono ipoplasici ed ipotrofici, dando modo ai muscoli superficiali di sagomarsi con espressive incisioni.

* * *

Possiamo, dunque, di fronte all'abito atletico — abito ipertrofico muscolare — distinguere *quello precoce e quello tardivo.*

In quello precoce, alle soglie della pubertà, il giovane già possiede note spiccate di ipertrofia muscolare che, progredendo ulteriormente, non si scompagnano mai da un sufficiente sviluppo del pannicolo, onde i muscoli superficiali appaiono, di norma, anche nei prolungati allenamenti, sufficientemente avviluppati.

In quello tardivo il giovane si affaccia alla pubertà povero di muscoli e con i caratteri costituzionali del longilineo esile.

In questi casi il trofismo muscolare, sollecitato da costante esercizio, si effettua a tappe graduali e progressive e quando tocca il massimo della sua pienezza i muscoli superficiali appaiono molto incisi: perchè — come si è detto — all'esuberante ipertrofia muscolare, stimolata da spinte esogene e da stimoli endogeni, non risponde una parallela ipertrofia del pannicolo sottocutaneo e dell'adipe sottofasciale che, nella loro scarsezza, sembrano testimoniare le primitive condizioni di esilità dell'abito costituzionale. [1]

Siena, R. Università, Istituto di Anatomia.

GASTONE LAMBERTINI

[1] Appunti bibliografici sull'argomento possono ricercarsi nel volume dell'Autore intitolato: *I muscoli degli Atleti. Saggio di anatomia sul vivente.* Zanichelli, Bologna, 1936.

MODERNE GRUNDPROBLEME DER GESCHWULSTFORSCHUNG

III.

Lokalfaktor und Allgemeinfaktor bei der Geschwulstentstehung.

1) Der wesentliche Unterschied zwischen Krebszelle und Normalzelle ist bis heute nicht aufgedeckt. Trotz der Entdeckung der cancerogenen Stoffe wissen wir nicht, wodurch bei der Einwirkung dieser Stoffe die Normalzelle in eine Krebszelle umgewandelt wird und welcher Vorgang sich hierbei in der Zelle abspielt. — 2) Es besteht keine Wahrscheinlichkeit für die Annahme, dass das Auftreten der Spontangeschwulst im Organismus jedesmal in derselben Weise vor sich geht, wie bei der Einwirkung eines cancerogenen Stoffes. — 3) Die Erfahrungen beim Menschen haben gezeigt, dass die spontane Bildung einer Geschwulst zu 2 biologischen Vorgängen engere Beziehungen hat: ein Teil der Geschwülste, auch der bösartigen, geht einwandfrei aus Gewebsmissbildungen hervor, ein anderer Teil aus chronischen Regenerationsprozessen. Entscheidend für die Entstehung einer echten Geschwulst aus diesen lokalen Prozessen ist aber das Auftreten einer allgemeinen Krebsdisposition des Organismus. Es kann dabei sowohl der Lokalfaktor wie der Allgemeinfaktor angeboren oder erworben sein. Es können beide Faktoren angeboren, beide erworben sein, es kann aber auch der eine Faktor erworben, der andere angeboren sein. Hierfür werden die experimentellen Unterlagen beigebracht. — 4) Die Erkenntnis der Bedeutung beider Faktoren dürfte auch für die Frage der Behandlung der Geschwulstkrankheit von grosser Bedeutung sein.

Kehren wir zu der Frage zurück, welche Bedingungen notwendig sind, damit ein Tumor entsteht, so hatte ich schon erwähnt, dass ich auf Grund des Studiums sämtlicher menschlichen Fälle von sogenannten « Reizkrebsen », von Krebsen, deren äussere Aetiologie aufgeklärt war, zu der Ueberzeugung gekommen war, dass stets ein langer und lebhafter Regenerationsprozess, der einer lokalen Schädigung des Gewebes folgt, nach einer entsprechenden Latenzzeit zur Geschwulstbildung, d. h. zur Bildung einer Geschwulstkeimanlage führt. Das konnte selbstverständlich niemals die alleinige Ursache für die Bildung eines Tumors sein. Es musste etwas anderes hinzukommen, — denn derartige Regenerationsvorgänge sind so häufig, so alltäglich, dass damit nicht die Tumorbildung erklärt sein kann. Auf Grund der Idee, dass eine besondere Allgemeindisposition im Organismus vorliegen müsse, haben wir dann dieses experimentell nachzuweisen versucht. War diese Grundanschauung richtig, so musste sich das ja beim experimentellen Teerkrebs erweisen lassen. So haben wir denn vor 12 Jahren systematische Untersuchungen so angestellt, dass wir Mäuse mit Teer pinselten, aber immer an einer anderen Hautstelle, sodass also durch den Teer die Auslösung der Regeneration nicht erzielt werden konnte, sondern nur eine allgemeine Schädigung. Wir haben dann nach 10 bis 12 Monaten bei den Tieren, die sonst ganz gesund erschienen, eine Brandwunde gesetzt und bekamen dann in diesen Brandwunden in einer grossen Zahl von Fällen typische infiltrierende Carcinome.

Damit schien mir meine Grundanschauung bewiesen. Wir haben daraufhin noch eine ganze Reihe von Methoden zur künstlichen Krebserzeugung finden können. Ich erwähne nur den in der Histologie viel benutzten Fettfarbstoff *Scharlachrot*, von dem ich schon vor über 30 Jahren angegeben hatte, dass man mit ihm gelöst in Öl in kurzer Zeit lebhafte Epithelwucherungen am Kaninchenohr erzeugen kann. Aber alle Versuche, diese Epithelwucherung so zu steigern, dass sie zum Carcinom wird, waren vergebens, nicht nur bei mir, sondern auch bei zahlreichen anderen Forschern des In- und Auslandes. Jetzt aber standen wir vor einer anderen Lage. Wenn diese Epithelwucherung durch Scharlachrot hervorgerufen wird und ich eine Allgemeindisposition des Körpers hinzubringe, könnte vielleicht ein Carcinom entstehen. Das erwies sich als richtig. Wir haben auf diesem Wege, sowohl an Mäusen wie am Kaninchen, sehr infiltrierend wachsende Carcinome erzeugen können. Auch metastasierende Mammacarcinome haben wir auf diesem Wege hervorrufen können. An der Mamma hatte ich Versuche mit Scharlachrotöl schon vor 30 Jahren gemacht, damals — abgesehen von metaplastischen Vorgängen — mit völlig negativem Erfolg.

Diese Beweise unserer Experimente, nachdem sie von zahlreichen Seiten nachgeprüft und bestätigt sind, sind so eindeutig und überzeugend, dass ein Widerspruch gegen die Schlussfolgerungen aus unseren Experimenten in der Literatur bisher nicht aufgetreten ist. Es ist daher kein Wunder, dass der erste Internationale Krebskongress 1933 in Madrid sowie der zweite 1936 in Brüssel ganz beherrscht waren von der Grundanschauung, dass zur Bildung einer bösartigen Geschwulst eine allgemeine Krebsbereitschaft vorliegen muss.

Worauf diese allgemeine Krebsbereitschaft beruht, darüber können wir bis heute noch nichts Sicheres aussagen, wenngleich man schon nach verschiedenen Richtungen untersucht hat. Von besonderer Wichtigkeit scheint mir aber die Tatsache zu sein, dass auch bei den in jüngster Zeit entdeckten cancerogenen Substanzen die Wirkung dieser chemischen Körper keineswegs mit einer rein lokalen Einwirkung erklärt werden kann. Wenn Tuchmann und Demay 1936 bei experimentellen Arbeiten mit Benzopyren feststellten, dass diese Substanz krebsbildend und schwach östrogen wirkte, so sehen wir ja hieraus schon das Eingreifen der cancerogenen Substanzen in den Gesamtstoffwechsel. Dieselben Autoren stellten fest, dass bei Ratten Benzopyren-Einwirkung schon nach 90 bis 100 Tagen eine deutliche Atrophie beider Hoden hervorruft. Taschner und Mitarbeiter stellten fest, dass die Hautpinselung mit Benzopyren auch Leukopenie erzeugt. Dieselbe Substanz erzeugt nach den bisherigen Untersuchungen dieser Verfasser keine Carcinombildung, wenn sie verfüttert wird. Das gilt auch für Methylcholanthren.

Die Allgemeinwirkung des Benzopyrens geht auch aus Versuchen von Oberling und Guerin 1936 hervor, die bei der Anwendung dieses Körpers Hypophysentumoren erzeugen konnten und sie auf eine hormonale Einwirkung des cancerogenen Stoffes zurückführen. Chahovitsch und Mitarbeiter beobachteten bei Benzopyrenanwendung Amyloid von Milz, Leber und Niere bei Mäusen und ausgedehnte Zerstörung des reticuloendothelialen Systems schon vor der Krebsbildung. Allgemein sehen wir auch bei Teerung der Mäusehaut eine wesentliche Vermehrung der spontan entstehenden Lungengeschwülste, nach Schabad 1936 um 25%.

Auch bei cutaner Zuführung anderer carcinogener Stoffe, z. B. Dibenzanthracen bei Mäusen, betrug die Zunahme der Lungentumoren ziemlich regelmässig 25%. Duning, Curtis und Bullock injizierten bei Ratten und Mäusen Dibenzanthracen und Benzopyren und stellten fest, dass auch hier eine typische Latenzzeit besteht. Die kürzeste Frist zwischen Injektion der chemischen Substanz und Tumorauftreten betrug bei Benzopyren (leichter löslich und daher schneller wirksam als Dibenzanthracen) für Mäuse 63 Tage, für Ratten 76 Tage, bei Dibenzanthracen für Ratten 151 Tage. Daraus geht hervor, dass auch bei diesen chemischen Substanzen die Entwicklung der Geschwulst ebenfalls an bestimmte Latenzzeiten gebunden ist.

Die durch die Wirkung der verschiedensten Körper also hervorgerufene und nachweisbare allgemeine Krebsdisposition hat vermutlich ihre Grundlage in einer allgemeinen Stoffwechselstörung. Viele Forscher, insbesondere Reding, haben angenommen, dass diese allgemeine Geschwulstdisposition auf einer Alkalose des Organismus beruhe. Ich würde auf diese Frage nicht näher eingehen, da bisher eine klare Entscheidung nicht zu fällen ist. Bis in die neueste Zeit finden sich in der Literatur nur sehr widersprechende Angaben. Wir selbst haben in vielen Fällen solche Alkalosen nachweisen können, aber nicht in allen, und gerade bei ganz beginnenden Carcinomen ist vielen Autoren der Nachweis einer allgemeinen Alkalose nicht geglückt. Betonen möchte ich nur, dass nach unseren Untersuchungen die künstliche Herbeiführung einer Alkalose, wie die Zufuhr von Alkalien im allgemeinen, die Krebsdisposition wesentlich erhöht.

Nach den ausgedehnten Untersuchungen von Reding entsteht aber überhaupt ein Carcinom durch das Zusammentreten zweier Faktoren, einen lokalen Zustand von Zellregeneration und einen Allgemeinzustand von Rezeptivitätsbereitschaft. Der Allgemeinzustand von Rezeptivitätsbereitschaft kann seinen Ursprung in Intoxikationen durch bestimmte krebsbildende Produkte haben und in der Heredität. Vor allem aber kann auch die Resorption von zellulären Zerfallsprodukten, die immer im Regenerationsherd be-

steht, den allgemeinen Stoffwechsel in charakteristischer Weise verändern. Insbesondere macht Reding die resorbierten Eiweissschlacken für die Vorherbestimmung der Zellteilung verantwortlich. Dabei spielt das Reticuloendothel eine wichtige Rolle, da Schock, Allergie und Anaphylaxie, hervorgerufen durch diese Eiweissschlacken, die Tendenz haben, das RE zu lähmen. Es kann also danach ein lange bestehender lokaler Zellregenerationsherd den Allgemeinzustand der Rezeptivität hervorrufen.

Wir selber haben weitherhin an besondere Stoffwechselstörungen gedacht, wie sie von Warburg an den Gärungs- und Atmungsvorgängen der Krebszelle aufgedeckt worden sind. Mein Schüler Büngeler hat durch systematische Untersuchungen zeigen können, dass bei Tieren, die an Spontancarcinom erkrankt sind, der Stoffwechsel von Leber, Haut, Niere usw. grundsätzlich dieselbe Störung zeigt, die Warburg, wenn auch viel stärker, an den Krebszellen nachgewiesen hat, d. h. verringerte Atmung und gesteigerte Gärung. Da ferner bei Tieren, die im präcancerösen Stadium stehen, also z. B. durch eine allgemeine Teerpinselung leicht geschädigt sind, aber noch keinerlei Tumorbildung zeigen, dieselbe Stoffwechselstörung sich im Warburg-Versuch nachweisen lässt, während bei Tieren, die transplantierte Carcinome besitzen, das nicht der Fall ist, so durften wir wohl den Schluss ziehen, dass in dieser allgemeinen leichten Störung des Stoffwechsels ein wichtiger Faktor für die allgemeine Geschwulstbereitschaft gegeben ist, — oder kurz ausgedrückt: eine Regeneration führt nur dann zur Bildung einer Krebskeimanlage, wenn der allgemeine Organismus auf Krebsbildung eingestellt ist, also eine typische Störung in seinem Stoffwechsel bereits aufweist. Neumann konnte die Feststellungen Büngelers in den Grundzügen bestätigen. Hayashi und Tomita fanden im experimentell erzeugten Gewebe des malignen Hepatoms einen starken Rückgang der Atmung bei hochgradiger Steigerung der anaeroben und aeroben Glykolyse. Der Gewebsstoffwechsel der Leber nahm bei der Amidoazotoluolfütterung ständig ab und erreichte bei carcinomatöser Entartung das Minimum. Eigenartiger Weise fand sich aber diese Stoffwechselstörung nicht bei dem auf demselben Wege erzeugten Gallengangsepithelkrebs. Dieser zeigte fast normale Atmung und nur geringe Steigerung der anaeroben Glykolyse.

Sollten sich diese Feststellungen als zutreffend erweisen, so bliebe wohl nichts anderes übrig, als verschiedenartige Stoffwechselstörungen im Geschwulstgewebe anzunehmen. Die neuen Methoden der experimentellen Krebserzeugung machen es ja möglich, diese sehr wichtige Frage genau zu bearbeiten.

Andere Forscher haben unseren Schlussfolgerungen widersprochen. Vor allem hat der Pathologe Waldhart in Bern darauf hingewiesen, dass die von uns aufgedeckte Form der Stoffwechselstö-

rung nur eine allgemein degenerative sei. Trotzdem scheint mir der Schluss nicht unberechtigt, dass die regenerativen Vorgänge anders verlaufen könnten, wenn der Organismus einer allgemein degenerativen Schädigung ausgesetzt ist.

Ferner haben Rondoni und seine Schüler Deotto und Bori, ferner Davis der Stoffwechselstörung von Warburg, die heute allgemein als typisch anerkannt ist, keine wesentliche Bedeutung beilegen wollen; sie schliessen theoretisch, dass zur Neubildung lebendiger Substanzen, wie sie ja immer in bösartigen Geschwülsten vorliegt, doch vermehrte oxydative Prozesse vorliegen müssten und wollen eine solche Vermehrung der Oxydation auch gefunden haben. Auch Davis 1937 findet die Atmungsvorgänge in der Tumorzelle nicht verringert.

Wir können gegenüber solchen Anchauungen nur betonen, dass zahlreiche Forscher (auch wir selbst) die grundlegenden Feststellungen von Warburg immer nur bestätigen konnten, und es wird weiterer intensiver Forscherarbeit bedürfen, um die hier noch bestehenden Widersprüche vollkommen aufzuklären. Es wäre ja nicht undenkbar, dass sich einzelne Geschwulstformen anders verhielten.

Man könnte auch noch an andere Grundlagen der allgemeinen Krebsbereitschaft denken. Freund hat angegeben, dass bei Krebskranken der Zuckergehalt des Blutes vermehrt sei, bei Sarkomkranken der Peptongehalt. Edlbacher hat Störungen auch im Fett- und Eiweisstoffwechsel beim Krebskranken nachgewiesen, Askoli im Lipoidstoffwechsel, Bourne im Sterinstoffwechsel. Viele Forscher haben angenommen, dass eine bestimmte Beziehung des reticuloendothelialen Systems zum Gewebsstoffwechsel und zur Entstehung des Carcinoms vorläge. Wir wissen ja, dass eine Schädigung, Lähmung des RES die Entstehung und das Wachstum von Geschwülsten lebhaft begünstigt. Nach Sumita wird die Entstehung des malignen Rattenhepatoms durch Fütterung von Orthoamidoazotoluol bei den Tieren merklich beschleunigt, die mit grossen Mengen Thorostrat behandelt waren, also in ihrem RES schwer geschädigt waren. Wir wissen aber auch, dass Zucker das Tumorwachstum in jeder Applikationsform steigert (Mori), ebenso beschleunigt Cholesterinfütterung das Geschwulstwachstum, während Lecithin hemmt. Wir sehen also, es sind schon mancherlei Ansätze zur Aufdeckung des Wesens der allgemeinen Krebsbereitschaft in der Literatur zu finden, und wir wollen hoffen, dass bei der Durcharbeitung des Problems auch die Lösung gefunden wird.

Auch für den Fall, dass die früher besprochenen Versuche, isolierte Zellen im Reagenzglas in Geschwulstzellen umzuwandeln, ein endgültig positives Resultat haben sollten, wäre damit noch nicht der Einfluss des Gesamtorganismus für die spontane Entwicklung

einer Geschwulstkeimanlage im Körper widerlegt. Es ist durchaus mit der Möglichkeit zu rechnen, dass auf verschiedenen Wegen die Umbildung einer Körperzelle in eine Krebszelle erfolgen könnte und dass insbesondere diese Umbildung im Körper selbst durch eine Gesamtdisposition des Organismus sehr stark begünstigt werden könnte.

Für die Tatsache einer allgemeinen Geschwulstdisposition, die ich also vor allen Dingen im Stoffwechsel des Körpers gegeben sehen möchte, sprechen auch die Feststellungen, wie sie z. B. Staemmler auf der diesjährigen Pathologen-Tagung in Frankfurt a. M. vorgetragen hat, dass bei Teerarbeitern nicht nur das (Teer-) Carcinom der Haut häufiger ist, sondern dass diese auch häufiger als der Durchschnitt anderer Menschen an inneren Carcinomen erkranken. Wenn also einmal eine allgemeine Geschwulstdisposition da ist, dann können auch andere Tumorarten entstehen, je nachdem ein embryonaler oder ein regenerativer Keim dafür vorhanden ist. Es wird seit Jahren berichtet, dass bei Teerung der Maus nicht nur Hautcarcinome entstehen, sondern (nach Schabad durchschnittlich in sämtlichen Versuchen 25%) mehr Lungentumoren bei genisch einheitlichen Stämmen, die genau beobachtet wurden. Zu solchen Schlussfolgerungen kann man natürlich nur genisch einheitliche Tierstämme verwenden.

Weiterhin müssen wir bedenken, dass diese von mir experimentell nachgewiesene Allgemeindisposition eine durchaus verschiedene sein kann. Es spricht manches dafür, dass eine Allgemeindisposition, die zur Entstehung einer Geschwulst führt, noch nicht dieselbe ist, wie die Allgemeindisposition zur Ausbreitung der Geschwulst. Wir wissen schon seit Jahren, dass bei Immuntieren, die gegen Uebertragung irgendeines Tumorstammes immun sind, öfter Spontantumoren vorkommen, als bei anderen Tieren, d. h. diese Tierrasse ist immunisiert worden gegen einen Tumor, und dann entsteht auf einmal ein anderer. Wenn die Allgemeindisposition dabei eine Rolle spielt, so muss sie ja verschieden sein. Wir besitzen viele Hinweise darauf, dass für verschiedene Tumoren auch verschiedene Dispositionen des Gesamtkörpers angenommen werden müssen. Bei Mäusen, die für ein Sarkom ganz immun sind, kommt es vor, dass sie mit 100% für einen anderen Tumor, Carcinom z. B., empfänglich sind. Wir sehen also, dass hier verschiedene dispositionelle Momente vorliegen müssen, — hier liegt also eine grosse Aufgabe vor uns, die noch gelöst werden muss.

Es sei aber nochmals hervorgehoben, dass viele Tatsachen wohl für die grosse Bedeutung einer Allgemeindisposition bei der Krebsbildung sprechen, dass aber keineswegs bis heute angenommen werden muss, es gebe nur eine Form der Allgemeindisposition des Körpers zur Geschwulstbildung. Diese könnte schon für verschiedene Geschwulstarten ganz verschieden sein. Benedetti nimmt

ebenfalls eine lokale und allgemeine Disposition zu Krebs an, die eng mit einem Optimum der individuellen Organisation verbunden sei. Shigeyasu Amano und Tomita schliessen aus ihren Versuchen über die Cholesterin- und Lecithinwirkung, dass die allgemeine Disposition bei der Krebsentstehung von ganz anderer Bedeutung sei, als beim Wachstum eines transplantierten Tumors.

Auf eines möchte ich zum Schluss noch hinweisen: Die Frage der Vererbung ist ausserordentlich wichtig für die Entstehung zahlreicher Tumoren. Es gibt ganz bösartige Tumoren, bei denen wir sagen können, dass sowohl der Lokalfaktor wie der Allgemeinfaktor im Keimplasma bereits festgelegt sind. Dafür gibt es zahlreiche Beweise. Aeussere Faktoren brauchen keineswegs immer bei der Entstehung von bösartigen Tumoren mitzuwirken. Der Lokalfaktor kann vererbt oder erworben sein, der Allgemeinfaktor ebenfalls, wie wir aus den Experimenten ohne weiteres nachweisen können. Die Rolle der Vererbung ist sicherlich kompliziert und sehr viel schwieriger, als es nach den Experimenten von Maud Slye, deren grosse Bedeutung ich nach wie vor anerkenne, erscheinen könnte. Bei den Experimenten von Maud Slye handelt es sich hauptsächlich um Mäusecarcinome, und hier scheinen die Vererbungsgesetze des Brustcarcinoms bei der Maus einfach zu liegen. Bei anderen Tieren ist das aber anders, und beim Menschen müssen wir wahrscheinlich sehr viel kompliziertere Gesetze der Vererbung annehmen. Ich will darauf nur kurz hinweisen, weil das Uebergehen der Vererbung bei den Faktoren, die zur Geschwulstbildung führen, ein grosser Fehler wäre.

Frankfurt a. M., Universität.

B. FISCHER-WASELS

THE CHILD AND THE SYMBOL

The child approaches the world in a continuous process of constructive experimentation which is determined by the maturition level and by individual factors of psychological development. One has not the right to call these products of experimentations symbols even when the approach to reality remains incomplete. These processes of experimentation come out in children's drawings, in the formation of concepts and in the language products of children. Symbols and symbol-like pictures are signs which point to an unclearly seen referent. The incompleteness of the symbol-like picture has to be revealed by specific methods. Symbols and symbol-like pictures appear where the experimentation process belonging to a specific maturition level is prevented by danger and threat. Symbols are therefore danger signals concerning the adaptation of the child to the world. Its primary aim, however, is to go to the reality as such and in the literature of children and in puppet shows the use of symbolic material is only justified when the immediate approach to reality would be too difficult. However, the symbol should be not a purpose in itself but a step towards the final mastery of reality according to the maturition level.

The child draws at the age of three or four years, it scribbles, it makes loops and criss-cross lines. An incomplete oval, and a circle emerge soon. Later on, the circle is combined with the straight line, and primitive drawings of the human figure appear. The child attaches one or two lines to the circumference of the circle and such a picture serves as satisfactory picture of a man. Arms may be added next and it may take a long time until a definite body is drawn. The development of drawings of the human figure has been carefully studied by Goodenough [1] and she was able even to use the drawing of the human figure as a measure of intelligence.

I have mentioned that a child is satisfied even with a very incomplete product. For it, the circle with the appended straight lines is indeed a picture of a human figure. Can we call such a picture a symbol of the human figure? Such a terminology would obviously not help to a deeper understanding. We have to assume that the visual motor organization of the child is different from the organization of the adult. The perceptive-motor unit in children can be studied particularly well with gestalt drawings which are taken from the studies of Wertheimer. Lauretta Bender [2] has studied carefully the development of the visual motor gestalt pattern in children. The world of the child has obviously primitive organization patterns in the visual motor field. The drawings of the human figure, however, do not reflect merely visual motor organization from the point of view of uninterested perception. From

[1] O. L. GOODENOUGH, *The Measurement of Intelligence by Drawing*, 1926.

[2] L. BENDER, *Principles of Gestalt in Copied Form in Mentally Defective and Schizophrenic Persons.* Archives of Neur. and Psych., March 1932, Vol. 27, pp. 661-686. Gestalt Function in Mental Defect. Proceedings of the 56th Annual Session of the American Association of Mental Deficiency. A book *A Visual motor Gestalt test and its clinical Use* is forthcoming.

their earliest stages children show an overwhelming interest in the human face. The whole psychophysiological organization and the emotional interest of the child are represented in the way in which it draws. This is particularly true concerning the human figure but it is true also about every attempt to picture objects.

One might raise the question whether these primitive lines symbolize for the child the human figure and whether we are entitled to use the term symbol in this relation. This question has to be denied. The child experiences primitive units of gestalt and draws accordingly. A human figure is such a primitive gestalt unit. When an adult draws a perfect picture of a human figure he says by it « I am interested in the human figure, I enjoy reproducing it. I want that others should see what I can do and participate in my activity ». The basic psychological trends in the child and in the adult are not different in this respect. It is obvious that any drawing is a sign of an interest in the object which the drawing depicts. However, we should not call a picture pointing to an object in more or less complicated way a symbol. We have only the right to speak about a symbol when the sign does not give to the person who uses the sign a clear idea of the object which is meant but points merely into the direction in which the meaning is sought. A symbol is therefore a sign the referent of which is not clearly known to the person who uses the sign. However, the sign should contain in itself the hint that it stands for something else. If this experience that the sign means something else is not sufficiently represented in the consciousness one should not use the term symbol. Psychoanalysis speaks very often of symbols when the meaning of the sign is according to the terminology of psychanalysis unconscious to the person who uses the sign (picture) i. e. is not known to thim. Psychoanalysis calls, for instance, a stick which appears in the dream of a girl a symbol for the penis. However, the dreamer does not know the meaning of the stick. Only by a process of interpretation the fact that the stick might mean more than a stick is brought into the consciousness. I have proposed to call such pictures (signs) not symbols but symbol-like. (Cf. to this discussion my previous paper published in this periodical, [1] and the book of C. Ogden and I. A. Richards). [2] In its drawing the child is obviously not interested in symbolisms but strives for a mastery of the world which it reaches step by step.

Several years ago I studied with David Wechsler the attitudes of children towards death. [3] It is worthwile to use the material for the study of the connotations and methods of thinking in children.

[1] P. SCHILDER, *Language and the Constructive Energies of the Psyche*, March-April 1936 pp. 149-158, 205-211.

[2] *The Meaning of Meaning*, New York and London, 1923.

[3] « The Journal of Genetic Psychology », 1934, Vol. 45, pp. 406-451.

We were struck by the realistic way in which children dealt with the rather difficult question of death. The 6 year old Edward C. for instance who has an I. Q. of 210 answers the question of how does one know that someone has died? with « One listens to the heart ». « I saw my father and mother dead ». « They were good people ». « I think they are still under the dirt ». « Do you know that the man who put my father and mother under the ground got a lot of money? » (What else?) « Anytime somebody dies they put flowers under the door ». (What did your father die from?) « Pneumonia ». « When my mother died everybody said don't cry but I knew better ». (The child's mother had died suddenly in a doctor's office while receiving antiluetic treatment). Edward also distinguishes clearly between his own observation and what he has been told. He says: « A kid told me about devils, I don't know whether it is true ». « How should I know that they are in heaven I am not a fortune teller ». « I heard somebody say the angels take the soul but I am not sure about it ». « They read it out of the bible; I did not see it myself but I am sure that they are lying under the ground ». « I saw it ».

The 7 year old Edward G. with an I. Q. of 85 answers to the question what happens to a dead person? « He stays in a box ». (Hell?) « I have not seen it in school ». However, children do not always have such a critical attitude, they may accept convention. Children do not always make an attempt to solve the contradiction between convention and observation. The 6 year old George M. with an I. Q. of 103 says for instance: « Dead people go down big hole and then they put a lot of sand on ». « Then they don't feel anything ». « When we are good we go to heaven. We don't feel nothing up there. The hole that they put people in is near to heaven, right next to it. If you are bad you go to hell and burn up. Nobody can help. It hurts but you don't know if you are burnt or not ».

Of course, the child does not use words and connotations in a correct way. It is prone to generalize unduly and to take an insight which fits to a specific situation as if it would fit to situations which have only a superficial similarity to the first. As mentioned, it is not sensitive to contradictions and is not capable of bringing the different parts of a situation into definite connections. However, it struggles hard to come to a grasp of the world which consists of single objects and of relations of these single objects to each other. There is a continuous process of testing, trial and error going on which appears as well in the language as in the action of the child. Lauretta Bender and myself [1] have come to very similar results in our

[1] *Studies in Aggressiveness. 2. Aggressiveness in Children. Genetic Psychology Monographs*, Oct.-Dec. 1936, Vol. 18, N° 5-6, pp. 410-525.

study of aggressiveness of children. The child demands also simple orientations. The 5 year old Milton answers, for instance, with an I. Q. of 102 to the question of « Do you like to hit kids? » with « Then you are bad ». (Why is it bad?) « Because they hit you back ». The same boy answers to the question of what does it mean to be a coward? — « A cowboy » which shows obviously the difficulty of getting an orientation in the world of words.

It is obvious that in the instances studied symbols in the sense formulated above do not play any part. Children have an incomplete sign system, and incomplete connotations at their command and try to work them out in a continuous process of experimentation in which the aims and the drives of the total personality play the leading part. Many situations which are interesting for the child are not accessible for direct experimentation. The higher degrees of aggressiveness, for instance, cannot be performed in reality but are performed in fantasies and plays. Children who do not express their aggressiveness anymore in reality still express it in words, fantasies or plays. The phantasy and play appear so as a continuation of experimentation in a more plastic situation. Charles, for instance, (pp. 489) lets Indians and Americans kill each other in an elaborate play. In his aggressiveness in real life he has to be much more modest. In the arrangement of his tin soldiers he uses primitive gestalt principles. In the same way as many other children do he likes to put soldiers into cars and even to put one little car into one big car. This principle of enclosure is obviously a formal principle, but does it not point to something else? From a psychoanalytic point of view we know that the interest in boxes and their contents may point to an interest in the womb. Of course such an interest is forbidden to the child. The free process of experimentation is hindered either by the difficulty of the subject matter or by threats which originate either from the situation or from the attitude of adults. We are entitled to call a picture which originates under such particular situation symbolic when it clearly points to the underlying situation and symbol-like when the relation between the picture and the underlying situation can only be detected by a more complicated technical process of interpretation. Ruth Griffiths [1] reports, for instance, a boy by whom boats were used to symbolize the place of origin, the birthplace of the child. Griffiths thinks, for instance, that imaginations of hiding in rabbit holes and crawling inside the hose, living in a cocoanut are as well symbolizations of the birth problem as conceptions as a little house inside a big house, hundreds of eggs inside the big egg, a little box inside a big box. However, it would be wrong to forget that the child has besides the

[1] *Imagination in early Childhood.* Kegan Paul, Trench, Trubner, London, 1935.

interest in the womb also the interest in security and protection and also a definite interest in the general biological problem of being enclosed, sheltered inside and outside. Symbols and symbol-like pictures will only occur when the process of experimentation has been prematurely interrupted and the child is afraid to live out its interrupted or forbidden drives. In the single case it may be difficult to differentiate where the direct experimentation, the approach to reality has stopped and where instead of it incompletely developed images, symbols appear. However, we have reason to believe that the manifold sexual problems of childhood express themselves very often in symbols and symbol-like pictures.

One of the most important task in the orientation of the child in the world is the task of coming to a clear perception of its own body, the body image.[1] The child solves these tasks only with great difficulties and it takes a long time before it can decide which parts of the world belong to its own body and which parts belong to the outwards world. In very close connection to this fundamental problem is the problem of the integrity of the inside and outside of the body, the orientation about the sex organs and the fear of being robbed of the inside of the body or to be cut to pieces, (dismembering motive). Many of these problems appear in the psychoanalytic literature (for instance Melanie Klein)[2] as problems of introjection and projection or as problems of identification. The relation of these important problems to the problems of symbolism in the narrower sense is not a very close one. The attempt to gain an image of the own body and to preserve this body the satisfaction of one's needs is a problem of general adaptation in the emotional and perceptual sphere. However, whenever the exploration of the body meets difficulties, pictures of symbolic character are liable to appear, and the interest in the sex parts and in the excretory functions will be substituted by the interest in other parts of the body or by the interest in objects of the outside world which may serve as symbolic substitutes of organs, the direct exploration of which has been made impossible. We might in this connection define symbolism as an experimentation which is retarded in comparison with the general state of development, in the perceptive and emotional sphere. Since such specific adaptation difficulties play an important part we should not neglect the role symbolism plays in the life of a child. However, we should also not forget that the child has an enormous urge to live in reality and to do something in reality, and that it comes to reality by a process of maturition and a process of constructive experimentation. It would be wrong to

[1] P. SCHILDER, *The Image and Appearance of the Human Body*. Kegan Paul, London, 1935.

[2] M. KLEIN, *Psychoanalysis of Children*. W. W. Norton, New York, 1932.

consider the development of the child merely under the aspect of the symbol. It is much more correct to see the development of the child chiefly under the aspect of constructive adaptation. Symbols appear where the trial and error process is interrupted. They are, therefore, danger signals on dangerous points of the developmental process.

We are entitled to offer to the child primarily a guidance to reality. It may be of help, in particularly difficult problems, to point to dangerous problems at first in the veiled form of the symbol in order to relieve anxieties of the child which might be provoked by the immediate hint to the danger problem. We should consider from a similar point of view fairy story and fairy tales which we offer to children. It seems that we have so far overrated the need of children for fairy tales, myths and phantastic stories distorting reality. If the situation should make the use of such « symbolic » material necessary for the guidance of the child one should not forget that the purpose cannot be that the child should remain in the symbolic sphere but it should have the opportunity of approaching the reality of his level of maturition and experimentation untrammeled by fears which may have necessitated the preliminary use of symbols or symbol-like pictures. The puppet shows which have been used by Lauretta Bender and Adolph G. Woltmann [1] as a psychotherapeutic method are especially adapted to allow for a free expression of infantile aggression and permit an unusually facile projection of the child's problems into the puppet characters. These puppet shows contain realistic characters like Caspar, a policeman, father, mother, cannibals, and there are also animals like crocodiles and monkeys. There is occasionally a phantastic character like a witch and magic elements belonging to such characters. The child sees in the figures of the play its own problems and expresses itself freely at first concerning the characters of the play and learns so to understand its own problems. It gets a new insight into human situations and learns so about its own problems. It may be easier for the child to understand its fear of aggression by the mother when it is shown a witch and it may understand ist counter aggression better when it is at first experienced towards the symbol of the mother. However, sooner or later it will have to understand its attitudes towards its mother in order to use its faculties in free play.

New-York, New-York University.

PAUL SCHILDER

[1] *The Use of Puppet Shows as Psycho-Therapeutic Method for Behavior problems in Children.* The Amer. Journ. of Orthopsychiatry, Vol. 6, July 1936, N° 3, pp. 341-354.

CONSIDÉRATIONS BIOLOGIQUES ET BIOGÉOGRAPHIQUES SUR LES PRIMATES DE L'AFRIQUE

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons établir un inventaire systématique et biogéographique à peu près complet des espèces et races des Lémuriens et Simiens de l'Afrique. Les formes de savanes, de forêts, de régions sèches, de régions humides, de montagnes présentent des différences assez sensibles quant à la coloration du pelage et à sa densité. Nos renseignements sur la longévité des Singes leur mode de vie (nourriture, caractères sexuels, migration) sont encore incomplets, car l'étude de ces animaux faite en captivité ne nous renseigne pas exactement; ce fait est particulièrement net pour les Anthropoïdes. Il reste encore beaucoup à faire pour préciser nos connaissances sur la biologie des Primates: seule l'étude dans le milieu naturel de vie de ces animaux nous apportera des faits indiscutables.

La place zoologique occupée par les Primates dans la systématique augmente singulièrement l'intérêt et l'importance de leur étude. Apparentés aux Insectivores par leurs représentants les moins évolués (Lémuriens primitifs) et à l'homme par la famille des Anthropoïdés, ils réalisent, dans l'échelle phylogénétique un bond prodigieux au tripe point de vue anatomique, physiologique et psychologique. Il est malheureusement bien difficile, à l'aide de nos connaissances actuelles de retrouver les stades intermédiaires entre l'anthropoïde (Gorille, Orang, Chimpanzé) et l'homme. Les chaînons n'existent que dans le temps et la découverte de restes fossilisés est rare. En l'absence de documents certains nous abandonnons le domaine pourtant si captivant de la recherche phylogénétique de notre parenté avec nos lointains cousins et nos communs ancêtres pour nous consacrer à l'étude des Primates actuels. L'Afrique, pays d'élection des singes est un terrain particulièrement propice à un tel travail de synthèse.

***

Les Primates du continent africain appartiennent à plusieurs familles et genres des deux sous-ordres: Lémuriens et Simiens. Les Lémuriens ou Prosimiens dont la répartition géographique englobe l'Asie méridionale, Madagascar et l'Afrique sont représentés actuellement en Afrique par quelques formes de la famille des Lorisidés (Nycticébidés): les Galagos, les Pottos, les Angwantibos.

Les Simiens forment la population la plus nombreuse avec les Colobes (Famille des Semnopithécidés), les Cercopithèques, Miopithèques, Cercocèbes, Patas, Babouins, Geladas, Magots (Famille des Cercopithécidés). La famille des Anthropoïdés enfin comprend en Afrique deux genres: Chimpanzé et Gorille. En résumé, on peut

reconnaître dans cette faune simienne africaine 39 espèces et 91 sous-espèces ou formes géographiques. [1] Comment ces Primates sont-ils répartis dans l'immense continent africain? Comment vivent-ils? Que connaissons-nous de leurs mœurs? Nous allons essayer de mettre au point nos connaissances sur ce sujet. [2]

Primates et Biogéographie.

Il est difficile d'établir une correspondance entre la répartition des espèces ou des sous-espèces de Primates et la division de l'Afrique telle qu'elle est actuellement comprise. Si les grandes zones de végétation reconnues depuis les travaux de A. Chevalier [3] correspondent, dans bien des cas, à la distribution des espèces animales, les observations faites par les naturalistes et l'étude des collections de Primates rassemblés dans nos musées montrent en effet que cette répartition est beaucoup plus complexe en ce qui concerne Lémuriens et Simiens. On remarque d'une part des transitions entre les formes d'une même espèce en allant de l'Afrique occidentale vers l'Afrique orientale et d'autres formes de transition en allant de l'Afrique tropicale vers l'Afrique équatoriale. Ces termes de transition qui se manifestent principalement par des différences de coloration de pelage se présentent aussi entre zones de végétation clairsemée (savanes avec galeries forestières) et zones de forêt dense. On ne peut donc pas établir de divisions bien tranchées. Nous emploierons une terminologie simple pour les régions géographiques (Afrique occidentale, orientale.....) en mentionnant, s'il y a lieu, pour chaque groupe étudié, les variations locales.

Les Primates de l'Afrique du Nord.

Avant d'aborder la partie de l'Afrique la plus riche en Primates, c'est-à-dire les régions tropicale et équatoriale, il faut faire une place à part pour le Magot qui habite le Nord de l'Afrique, entre la partie occidentale de la Méditerranée et la région saharienne. Le Magot (*Macaca sylvanus* (L), de la famille des Cercopithécidés, [4] est un Macaque sans queue dont l'habitat est actuellement limité aux parties montagneuses du département de Constantine, du département d'Alger (Gorges de la Chiffa) et au Maroc jusqu'au Haut

[1] P. Rode, *Les Primates de l'Afrique*, 1 vol., 222 p., Larose, Paris, 1937.

[2] Au sujet des mœurs des singes il faut signaler le très intéressant ouvrage, remarquablement illustré de E. G. Boulenger, *Les Singes*, Payot, Paris, 1937, 1 vol., 215 pages, 32 photos.

[3] A. Chevalier, *Les territoires géobotaniques de l'Afrique tropicale nord-occidentale et ses subdivisions*. Bull. Soc. Bot. France, T. 80, 1933, 26 pages.

[4] R. Didier et P. Rode, *Mammifères. Étude systématique par espèces. Macaca sylvanus*. Lechevalier, Paris, 1936.

Atlas occidental. On doit considérer cette espèce dans la faune africaine comme un élément extra africain. Il est probable qu'elle s'apparente aux Macaques fossiles qu'on a trouvés dans le Pliocène du midi de la France (*Dolichopithecus ruscinensis* du Roussillon), de l'Italie et de l'Asie. Elle aurait survécu au Pleistocène même en Angleterre. Ce serait un reliquat de faune quaternaire circum-méditerranéenne. [1] Le Magot est connu depuis la plus haute antiquité. C'est probablement lui que les grecs désignaient: πιθηκος. Il faut encore signaler la présence du Magot sur le rocher de Gibraltar le seul endroit de l'Europe où l'on trouve actuellement des singes. Mais cet habitat ne paraît pas naturel. Les Magots ont dû être ré-importés, à une lointaine époque et ils se sont maintenus tant bien que mal dans cette région. (Cabrera). [2] Ils sont d'ailleurs très sensibles aux différences de température et se réfugient dans les endroits abrités.

Les Magots sont des habitants de montagne et de rochers et ils sont moins arboricoles que les autres singes africains. Cette aptitude peu marquée à la vie arboricole est peut-être en rapport avec le fait que ces Primates sont dépourvus de queue; cet appendice, ainsi que l'a montré un travail récent (Dor) [3] paraît jouer un rôle important dans l'équilibre nécessaire aux mammifères qui sautent de branche en branche. La nourriture des Magots se compose de substances végétales, fruits, tubercules et racines.

La région saharienne.

La région saharienne proprement dite est dépourvue de singes. Si quelques mammifères peuvent encore trouver de quoi pourvoir à leur existence dans les régions désolées qui séparent le nord de l'Afrique du Soudan (Antilopes, Damans, Mouflons), il est impossible à un singe de s'accomoder d'une vie aussi frustre et incertaine. Il semble même n'y avoir jamais eu de singes dans la région saharienne car les gravures rupestres qui témoignent d'une faune préhistorique assez abondante et qu'on a trouvées en de nombreux points du Sahara ne font jamais mention de singes. Il faut arriver à la limite nord de la zone saharienne pour rencontrer les premiers Primates: ce sont des Cynocéphales qui s'adaptent assez bien aux conditions biologiques peu satisfaisantes. On en trouve quelques colonies dans les îlots rocheux qui forment les massifs de Tagant, de l'Air (Adrar

[1] L. Joleaud, *Le Magot de Berberie.* Bull. Soc. Nat. Acclimat. 1931, p. 153-155.
[2] A. Cabrera, *Fauna iberica. Mammiferos.* Madrid, 1914, 441 pages.
[3] M. Dor, *La morphologie de la queue des Mammifères dans ses rapports avec la locomotion.* Thèse. doct. univer. Paris, 1937.

des Iforas) et du Tibesti. [1] A part ces exceptions les Primates ne dépassent pas une ligne idéale qui irait de St-Louis du Sénégal à Karthoum en passant par le Tchad. Au sud de cette ligne on peut rencontrer des Simiens et des Lémuriens dans toutes les régions de l'Afrique.

LES LEMURIENS

Sur une cinquantaine d'espèces reconnues dans le sous-ordre des Lémuriens, près de quarante sont localisées à Madagascar, cinq en Indo-Malaisie et sept en Afrique. Tous les Lémuriens africains appartiennent à la famille des Lorisidés (Nycticebidés). Ce sont des animaux de petite taille essentiellement arboricoles nocturnes. Leur dentition rappelle celle des Insectivores: ils se nourrissent de fruits, d'insectes, de petits mammifères et d'œufs. On les rencontre dans toutes les régions boisées et on reconnaît cinq espèces depuis le Galago de Demidoff (*Galago demidovii* Fisch.), le plus petit du genre — 140 mm. pour la tête et le corps — jusqu'au Galago à queue touffue (*Galago crassicaudatus* E. Geoff), qui peut atteindre 390 mm. Les Galagos de taille intermédiaire sont: le Galago du Sénégal (*G. senegalensis* E. Geoff.), le Galago d'Allen (*G. alleni* Waterh.), le Galago mignon (*G. elegantulus* Le Conte). Quant aux autres lémuriens dont la taille est un peu plus forte que celle des précédents, le Potto de Bosman (*Perodicticus potto* E. Geoff.), et le Potto de Calabar ou Angwantibo (*Arctocebus calabarensis* Smith), leur habitat est localisé à l'Afrique occidentale et centrale.

En dehors de leur distribution géographique et de leur régime alimentaire nous savons bien peu de chose sur la biologie des Lémuriens. Leur durée de vie, comme celle de la plupart des mammifères n'a pu être établie que sur des exemples pris en captivité. Étant donnée leur taille, et par comparaison avec les Lémuriens de Madagascar, il ne semble pas qu'ils dépassent la moyenne de 5 ans chez le Galago. Pourtant on cite le cas d'un Galago à queue touffue qui a vécu en captivité 9 ans 9 mois. La durée de gestation est inconnue. On sait seulement que dans le genre *Lemur*, de Madagascar elle est de 60 jours. Les portées sont le plus souvent de deux petits chez le Galago du Sénégal et d'un seul chez le Galago à queue touffue (Shortridge). [2] A part quelques observations de Bosman [3] et de Milne-Edwards, [4] nous connaissons mal les conditions de vie des Pottos.

[1] Renseignements communiqués par notre collègue Th. Monod, Assistant au Muséum et spécialiste bien connu des questions sahariennes.

[2] G. C. Shortridge, *The mammals of South-West Africa*. 2 vol., Londres, 1934.

[3] Beschrijv. Guin, Gondk, II, 1704, p. 32.

[4] Nouv. Arch. Mus., 1874, p. 111-114.

LES SIMIENS

Les Simiens africains, beaucoup plus nombreux que les Lémuriens offrent une diversité plus grande dans leur répartition géographique. Ils sont, en règle générale, diurnes et la plupart des espèces sont arboricoles.

Les Colobes.

La famille des Semnopithécidés qui nous retiendra d'abord a peu de représentants africains: tous appartiennent au genre *Colobus*. Ce sont des singes arboricoles, à régime herbivore. Leur estomac présente des divisions incomplètes et rappelle celui des Ongulés ruminants. Ils vivent dans les régions montagneuses et boisées: ce sont des êtres inoffensifs dont on a fait, il y a quelques années une destruction considérable car leur pelage long et soyeux était utilisé en fourrure. Leur durée de vie est mal connue. Ils s'adaptent difficilement à la captivité, probablement en raison de leur alimentation particulière. Jeannin [1] pense que leur durée d'existence serait d'une dizaine d'années. Leur répartition géographique comprend l'Afrique occidentale ou l'on trouve le Colobe à longs poils (*Colobus polykomos polykomos* Zimm.), le Colobe vrai (*C. verus* Van Bened.), le Colobe noir (*C. satanas* Waterh.), le Colobe bai (*C. badius badius* Kerr), le Colobe de Temminck (*C. b. temminckı* Kuhl), le Colobe laineux (*C. polykomos vellerosus* (I. Geoff.); l'Afrique centrale avec le Colobe de Thollon (*C. b. tholloni* A. M. Edw.), le Colobe d'Oustalet (*C. b. oustaleti* Trouess.), le Colobe aux mains noires (*C. b. nigrimanus* Trouess.), le Colobe de Powell *C*). *b. powelli* Matsch.); l'Afrique orientale avec le Colobe à ventre gris (*C. b. tephrosceles* Ell.), le Colobe de Grauer (*C. b. graueri* Doll.), le Colobe de Kirk (*C. b. kirki* Gray), le Colobe de l'Abyssinie (*C. p. abyssinicus* (Oken), le Colobe a queue en panache (*C. p. caudatus* Thos). Ils ne descendent pas au delà de l'Angola où l'on trouve la forme propre à cette région (*C. polykomos angolensis* Sclat.).

La famille des Cercopithécidés qui est de beaucoup la plus importante comprend des formes arboricoles et rupicoles. On peut distinguer deux groupes qui pourraient aisément constituer deux sous-familles: les Cercopithèques proprement dits et les Cynocéphales. Aux Cercopithèques se rattache le Magot qui, nous l'avons vu plus haut, est particulier à l'Afrique du Nord.

[1] A. Jeannin, *Les Mammifères sauvages du Cameroun*. 1 vol. 248 pages. Lechevalier, Paris, 1936.

Les Cercopithèques.

Les plus communs et aussi les plus connus sont les « Singes verts » (*Cercopithecus aethiops* (L). La répartition géographique de cette espèce est très étendue: elle englobe toute l'Afrique au sud du Sahara. En Afrique occidentale on a le Callitriche (*C. ae. sabaeus* (L), le Tantale (*C. ae. tantalus* Ogilb.), le Malbrouck (*C. ae. cynosurus* Scop.). En Afrique orientale vivent le Grivet (*C. ae. aethiops* (L), le Cercopithèque de Matschie (*C. ae. matschiei* Neum.), le Roux-vert (*C. ae. rufoviridis* Is. Geoff.). Enfin en Afrique du Sud, l'espèce est représentée par le Vervet (*C. ae. pygerythrus* Cuv.). Ces formes dont la variété des noms ne répond souvent qu'à de faibles variations de coloration sont à peu près toutes des formes claires dont le pelage est gris, gris-vert ou vert. Seul, le Cercopithèque de Matschie est plus foncé que les autres: c'est un habitant de forêts (forêts avoisinantes des rivières Omo et Soba). Avec les autres Cercopithèques: les Mones (*C. mona* Schreb.), le Pogonias (*C. pogonias* Bennett), les Hocheurs (*C. nictitans* (L), les Diadèmes (*C. leucampyx* Fisch.), les Dianes (*C. diana* (L), le Cercopithèque de Brazza (*C. neglectus* Schleg.), le Moustac (*C. cephus* (L), le Cercopithèque de l'Hoest (*C. l'hoesti* Sclat.), le Cercopithèque à tête de hibou (*C. hamlyni* Pocock), le Cercopithèque noir et vert (*C. nigroviridis* Pocock), nous avons des Singes de couleur foncée, mais ils diffèrent surtout de la première espèce par des oppositions de teinte très marquées suivant les différentes parties du pelage. Ce fait semble caractériser les Simiens vivant dans les régions chaudes et humides; ils appartiennent à peu près tous à la forêt équatoriale (Congo, Cameroun, zone forestière du Sud de la Guinée, Libéria et Côte d'Ivoire). Proches parents du genre *Cercopithecus*, les Cercocèbes ou Mangabeys ont à peu près le même mode de vie. On rencontre dans les galeries forestières de l'Afrique occidentale le Mangabey enfumé (*Cercocebus aethiops* (Schreb.). Au Congo on a plusieurs espèces: le Mangabey à collier blanc (*C. torquatus* (Kerr), le Mangabey noir (*C. aterrimus* (Oud.), le Mangabey à ventre doré (*C. chrysogaster* Lydek.), le Mangabey à gorge blanche (*C. albigena* (Gray); enfin il existe une forme orientale, le Mangabey à crête (*C. galeritus* Peters). Avec les Patas, réunis par certains auteurs au genre *Cercopithecus*, nous revenons aux habitants des savanes. Ces singes aux formes élancées, au pelage roux plus ou moins vif se rencontrent en Afrique occidentale: c'est le cas du Patas (*Erythrocebus patas* (Schreb.), et en Afrique orientale où on trouve le Nisnas (*E. p. pyrrhonotus* (Hemp. et Ehren.).

Il faut encore ajouter à ce premier groupe les Talapoins, sortes de Cercopithèques nains qui sont les plus petits Simiens d'Afrique.

Ils vivent dans la région équatoriale (Congo, Angola, Cameroun) et on en distingue deux formes: le Talapoin commun (*Miopithecus talapoin* Schreb.) et le Talapoin de l'Angola (*M. t. ansorgei* Pocock).

Tous ces Cercopithèques sont assez faciles à élever en captivité et on a pu établir que leur moyenne de vie était de 10 ans environ. On cite cependant des cas de longévité plus rares: une Mone a vécu 22 ans 5 mois et un Grivet 24 ans (Flower).[1] Tous les Cercopithèques d'après Jennison[2] auraient la même durée de gestation: 213 jours; les femelles n'ont qu'un petit à la fois. Si l'on excepte les Patas qui sont d'une taille assez forte et ont une denture qui se rapproche de celle des Cynocéphales par sa puissance, les Cercopithèques sont généralement des êtres assez doux, craintifs même et qu'il est possible d'utiliser comme animaux de laboratoire. Leur nourriture est essentiellement frugivore.

Les Cynocéphales.

Le nom de Cynocéphales vient de la ressemblance que présente le museau de ces singes avec celui du chien. Ils diffèrent des Cercopithèques par des caractères importants. Leur taille est beaucoup plus forte, leur denture est très développée, particulièrement chez les mâles dont les canines n'ont rien à envier à celles des carnivores. Il existe un dimorphisme sexuel très accusé: les mâles adultes possèdent un manteau de longs poils qui recouvre leurs épaules, alors que les femelles en sont dépourvues. Les Cynocéphales vivent par troupes comprenant parfois plusieurs centaines d'individus. Leur nourriture est assez variée et le régime est presque omnivore. La longévité est plus grande que chez les Cercopithèques: la moyenne est supérieure à 15 ans et il n'est pas rare de voir des Cynocéphales atteindre une vingtaine d'années. Un Chacma âgé de 45 ans vivait à Mysore en 1923. On cite aussi des cas de longévité de 40 et 46 ans chez le Mandrill. La durée de gestation est un peu plus longue que celle des précédents Simiens. Jennison l'évalue à 220 jours. Il y a le plus souvent un petit par portée, rarement deux. En Afrique occidentale on ne trouve qu'une espèce; le Babouin jaune ou Babouin de Guinée (*Papio papio papio* Desm.). En Afrique centrale on rencontre deux espèces curieuses au museau coloré de teintes vives: le Mandrill (*Papio sphinx* L) et le Drill (*Papio leucophaeus* F. Cuv.). Le Chacma (*P. porcarius* (Brun.) habite l'Afrique du Sud.

Mais la véritable patrie des Cynocéphales est l'Afrique orientale

[1] Stanley S. Flower, *Contribution to our knowledge of the duration of life in Vertebrate animals.* Proc. Zool. Soc., 1931, p. 145-234.

[2] A. Jennison, *Table of gestation periods and number of young,* Nat. Hist. Animals, 1929.

où l'on trouve des formes variées: le Babouin cynocéphale (*P. p cynocephalus* (L), le Doguera (*P. p. doguera* (Puch. et Schimp.), l'Hamadryas (*P. hamadryas* (L), le Gelada (*Theropithecus gelada* (Rupp). La répartition géographique des Cynocéphales dépasse même l'Afrique puisqu'on en trouve un représentant en Arabie (*P. hamadryas arabicus* Thos).

Les Anthropoïdes.

Ce dernier groupe comprend les Primates les plus élevés en organisation. Des trois genres que comporte la famille deux sont africains: le Chimpanzé et le Gorille. Seul l'Orang est asiatique. On a cru pouvoir distinguer plusieurs espèces de Chimpanzés. Elliot, dans son important ouvrage sur les Primates, [1] en a décrit 10 espèces et une sous-espèce. Depuis les travaux de Schwarz, [2] on admet une espèce de Chimpanzé: *Pan satyrus* (L) avec quatre races géographiques. Ces races habitent les savanes boisées et les régions forestières de l'Afrique tropicale et équatoriale. *Pan satyrus satyrus* (L) se rencontre en Basse Guinée entre le Niger, le Golfe de Guinée et le Congo; c'est la forme de l'Afrique centrale. *Pan satyrus verus* Schwarz est la forme de l'Afrique occidentale: Sierra Leone, Guinée française et Liberia. En Afrique orientale on a *Pan satyrus schweinfurthi* (Gigl.), qui va de l'Oubangui aux Lacs Albert et Victoria. Enfin une race plus petite que les précédentes et qui peut être comparée aux races pygmées humaines du Congo Belge se rencontre dans ce pays entre la rive gauche du Congo et son affluent la Kasai: c'est *Pan satyrus paniscus* Schwarz. A part cette dernière forme qui est pygmée et non naine comme on l'a parfois écrit, les différences entre les trois autres chimpanzés sont surtout d'ordre pigmentaire. [3] On trouve également des différences dans la répartition des poils sur la face.

Le genre Gorilla qui comprend les plus grands anthropoïdes africains ne comporte, comme le précédent, qu'une espèce avec deux formes locales: [4] le Gorille de côte ou Gorille ordinaire (*Gorilla g. gorilla* Sav. et Wym.), qui vit au Gabon, Cameroun et Congo français et le Gorille de montagne ou Gorille de Beringé de l'Afrique orientale (Congo belge, à la limite de l'Uganda et du Tanganyka). (*Gorilla g. beringei* Matsch.).

Contrairement à ce qu'on observe chez les petites espèces, les Singes de grande taille et en particulier les Anthropoïdes vivent

[1] G. Elliot, *A review of the Primates*, 3 vol., New York, 1912.

[2] E. Schwarz, *On the local races of the Chimpanzee*. Ann. Mag. Nat. Hist., 1934, p. 576-583.

[3] P. Rode, *Les races géographiques du Chimpanzé*. Observations sur la pigmentation de la face chez *Pan satyrus verus* Schwarz. Mammalia, t. I., n. 4, 1937, p. 165-177.

[4] H. J. Coolidge, *A revision of the genus Gorilla*. Mem. Mus. Comp. *Zool.*, 1929.

moins longtemps en captivité que dans la nature. Les chiffres relevés en captivité sont inférieurs à la réalité. Chimpanzés et Gorilles vivent en moyenne une dizaine d'années dans les ménageries et les Parcs zoologiques. R. M. Yerkes et A. Yerkes [1] se basant sur l'étude du développement comparé de l'homme et des singes estiment que les anthropoïdes peuvent vivre de 40 à 60 ans. C'est également l'opinion du Dr. Vilbert organisateur de l'Institut Pasteur de Kindia [2] qui a pu observer une femelle de Chimpanzé agée d'environ 60 ans.

Les conditions de vie des anthropoïdes dans la nature sont mal connues, surtout celles de Gorilles. Quelques auteurs ont pu cependant les approcher et nous donner sur leurs mœurs des observations précieuses (Trial, [3] Gromier [4] Ichac [5]).

Les deux anthropoïdes africains installent leurs « nids » qui sont des amas de feuillages et de branches à la fourche de gros arbres ou ils sont à l'abri des tentatives des grands fauves. Leur nourriture se compose à peu près exclusivement de fruits et de végétaux. Ils sont habituellement inoffensifs et ils ne sont dangereux pour l'homme — qui est sans aucun doute leur principal ennemi — que s'ils sont attaqués. Le Gorille de côte vit par petites troupes comprenant un mâle, deux à trois femelles et quelques jeunes. Chez le Gorille de montagne les troupes sont généralement plus importantes. Quant aux Chimpanzés ils vivent par familles d'une dizaine d'individus, parfois plus, mais il n'est pas rare de rencontrer de vieux mâles isolés. Les femelles de Chimpanzé ont une durée de gestation de 9 mois: 236 jours d'après Tomilin, 271 d'après Jennison: elles ne mettent bas qu'un seul petit à la fois.

Les Chimpanzés sont sexuellement adultes à l'âge de 8 à 10 ans pour la femelle et 10 à 12 ans pour le mâle. Zuckerman, dans une série de publications récentes [6] a résumé ses propres travaux et ceux de différents auteurs sur le Cycle menstruel chez les Primates: ce cycle serait de 32 à 36 jours chez le Chimpanzé et probablement plus long de quelques jours chez le Gorille. Nous savons d'ailleurs très peu de chose sur la vie sexuelle de ce dernier anthropoïde: sa durée de gestation n'a jamais été déterminée d'une façon certaine.

[1] R. M. YERKES et A. W. YERKES, *The great apes: a study of anthropopoid life*, New Haven Yale Univ. Press., 1929, 1 vol., 652 pages.

[2] P. RODE, *Pastoria, Centre de recherches sur les singes en Guinée française.* La Terre et la Vie, n. 4, 1937, p. 109-116.

[3] G. TRIAL, *Le roman de Gorille.* Galimard, Paris, 1936.

[4] Dr. GROMIER, *La vie des animaux sauvages de l'Afrique.* Payot, Paris, 1936, 343 pages, 68 photos.

[5] P. ICHAC, *Les gorilles.* La Nature, 15 Mai 1938.

[6] S. ZUCKERMAN, *The duration and phases of the menstrual Cycle in Primates.* Proc. Zool. Soc., 1937, p. 315-329.

*
* *

Voici, esquissée dans ses grands traits une étude d'ensemble des caractères biologiques et biogéographiques des Primates de l'Afrique. Nos connaissances actuelles se bornent, comme on le voit, à un inventaire à peu près complet des formes existantes, mais il reste encore bien des lacunes à combler sur la biologie de ces animaux. Cette œuvre de détail, de perfectionnement de nos connaissances sera certainement réalisée en partie par les nombreuses recherches qui sont effectuées sur les animaux en captivité, mais c'est l'observation dans la nature même où ils évoluent qui, seule, pourra nous renseigner exactement. Cette œuvre reste à entreprendre à peu près intégralement et elle apportera, nous en sommes certains, une moisson féconde.

Paris, Museum National d'Histoire Naturelle,
Laboratoire de Zoologie des Mammifères.

PAUL RODE

RECENSIONI - COMPTES RENDUS - BOOK REVIEWS
BUCHBESPRECHUNGEN - ANÁLISIS DE OBRAS

*** *Enciclopedia delle matematiche elementari* (*Encyclopédie des mathématiques élémentaires*), a cura di L. Berzolari, G. Vivanti e D. Gigli. Vol. II. Première Partie. Un vol. in-8, de xvi-634 pages. U. Hoepli, Milano, 1937. Prix, L. 75.

P. Painlevé - *Cours de Mécanique*. Tome II, publié sous la direction de E. Borel. Un vol. in-8, de 750 pages, avec 195 figures. Gauthier-Villars, Paris, 1936. Prix, 140 fr.

J. Poirée - *La mécanique à la portée de tous*. Un vol. in-8, de xi-78 pages, avec 42 figures. Gauthier-Villars, Paris, 1936. Prix, 20 fr.

Ch. Platier - *La masse en cinématique et théorie des tenseurs du second ordre*. Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 81 pages, avec 17 figures. Hermann, Paris, 1936. Prix, 18 fr.

R. Arditti - *Les théories quantiques*. Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 32 pages, avec 4 figures. Hermann, Paris, 1936. Prix, 8 fr.

Quatre ans après la publication du volume précédent paraît la première partie du deuxième volume de l'*Encyclopédie des mathématiques élémentaires*, dont nous avons parlé dans « Scientia » en 1931 et 1933. Il est superflu de rappeler ici les buts que poursuit cette encyclopédie, comme il est superflu de mettre en lumière ses mérites, l'ouvrage étant désormais suffisamment connu et ayant provoqué des éloges universels, dès sa première apparition. Nous nous bornerons à dire que le présent volume est consacré à la géométrie, dont il expose d'abord les fondements et la constitution d'ensemble, et ensuite les aspects particuliers: géométrie du triangle et du tétraèdre, polygones et polyèdres, systèmes linéaires de cercles et de sphères, etc.: en tout dix articles, dont le dernier est consacré à la trigonométrie, plane et sphérique. Les buts poursuivis par cet ouvrage, en tant que source d'information et de bibliographie, sont pleinement atteints, et l'*Encyclopédie des mathématiques élémentaires* est appelée à devenir classique dans la matière. Le mérite en revient non seulement aux auteurs des articles, mais aussi à MM. L. Berzolari, G. Vivanti et au regretté D. Gigli qui ont intelligemment dirigé et coordonné l'ouvrage.

***

En 1932, nous avons parlé dans « Scientia » du premier volume du *Cours de Mécanique* de P. Painlevé: aujourd'hui paraît le deuxième volume de ce Cours, quelques années après la mort de l'auteur, survenue en 1933. Ce volume diffère essentiellement du premier, en ce qu'il est consacré à des sujets particuliers, bien que d'une portée assez vaste, alors que le premier volume contenait des propositions d'un caractère général. De nombreux chapitres traitent de la dynamique de solides indéformables, en insistant

plus particulièrement sur les gyroscopes et les solides de révolution; on y trouve en outre les propositions fondamentales de la mécanique des fluides, avec des notions d'hydraulique et une étude sur le vol à voile; vient ensuite la théorie de l'élasticité, l'étude des lois de friction, et la théorie des machines et des moteurs. Ce volume ne contient donc pas seulement des sujets d'un grand intérêt mathématique, mais il traite également de questions très importantes au point de vue de l'application. Il s'agit d'un ensemble de questions du plus haut intérêt, traitées de cette façon magistrale et savante qui était si caractéristique de l'auteur. Livre de haute érudition auquel n'a pu s'astreindre qu'un homme connaissant à fond les principes de la Mécanique.

Un défaut, si on peu le qualifier de défaut, me semble devoir être relevé: le lecteur chercherait en vain dans cet ouvrage une citation quelconque; à l'exception de quelques noms classiques, l'auteur n'indique ni la paternité des différentes théories ni ses sources ou d'autres traités particuliers.

***

C'est à dessein, et par contraste, que nous mentionnons le livre de M. Poirée après l'ouvrage de Painlevé: ce petit volume est tout à fait élémentaire, comme l'indique d'ailleurs son titre. L'auteur y a réuni les propositions les plus communes de la Cinématique, de la Statique, en les faisant accompagner de quelques démonstrations particulières, d'un caractère géométrique. Grâce à cela, l'opuscule pourra être lu même par ceux qui possèdent des connaissances mathématiques limitées. Il ne sera naturellement utile que pour une initiation à la mécanique, un ouvrage de ce genre ne pouvant pénétrer jusqu'à l'esprit et à l'essence de la matière traitée.

***

Le concept de masse, primitivement introduit dans la mécanique à la faveur de sa signification physique, a fini par acquérir une très grande extension, et le nom de masse peut être attribué à un nombre positif quelconque pouvant être associé à un point. Faisant donc abstraction de toute signification particulière, on peut introduire, d'une façon tout à fait formelle, les concepts qui se rencontrent en mécanique, comme ceux de densité, de barycentres, de moments d'inertie, d'énergie, etc. C'est au développement de ces concepts qu'est consacré le petit livre de M. Platrier qui nous montre également comment la théorie des tenseurs du second ordre peut, au point de vue élémentaire, être rattachée à ce développement.

***

M. Arditti se propose dans son petit livre de montrer dans quelle mesure les idées de la physique moderne permettent d'interpréter le phénomène chimique de la liaison de deux atomes. La physique classique est incapable de donner une explication de ce phénomène, et l'on ne peut en obtenir une explication possible qu'en invoquant la Mécanique des Quanta. M. Arditti éclaircit faits et concepts, en se maintenant à un niveau élémentaire compatible avec la profondeur du sujet.

Pavia, R. Università.

A. PALATINI

J. HOLMES - *Human Genetics and its social importance* (*La génétique humaine et son importance sociale*). Première Edition. Un vol. in-8, de VIII-414 pages, avec 84 figures. Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd., London, 1936. Prix, relié, 21 sh.

Le Professeur Holmes s'adresse aux profanes et aux étudiants, afin de leur indiquer l'importance d'une étude approfondie des problèmes sociologiques dont la base est essentiellement biologique. Pour mieux stimuler leur faculté critique, il ajoute un petit questionnnaire à la fin de chaque chapitre. Il commence par esquisser la théorie du « gène » et en expose les conclusions que la plupart des « genistes » acceptent comme bien fondées. Il passe en revue quelques idées de Lamarck, Darwin, de Vries, Weismann, et relève la question des caractères acquis. Il est évident que pour l'auteur l'intervention de l'État devient plus nécessaire à mesure que la population continue à diminuer et en qualité et en quantité. Le chapitre qu'il consacre à l'étude des effets de la guerre sur une population quelconque montre avec une clarté saisissante la condition nébuleuse de nos idées là-dessus. Nous ne sommes pas encore d'accord sur les effets de la guerre, nous ne sommes même pas d'accord sur les qualités les plus désirables de « homo sapiens », bien que la stérilisation soit en usage en Californie. L'auteur ne cherche point à éviter les difficultés, mais il semble ne pas toujours se souvenir que les idées et les goûts changent de génération en génération, que la civilisation humaine a duré des milliers d'années et que pendant ce temps-là « homo sapiens » s'est tiré d'affaire tant bien que mal. S'il faut, selon l'auteur, être au courant de ces problèmes sociologiques, on peut se demander « quis instruet instructores? ».

Great Missenden.

G. W. HARRIS

G. GOLA, G. NEGRI et C. CAPPELLETTI - *Trattato di Botanica* (*Traité de Botanique*). Un vol. in-8, de XXVII-1068 pages, avec une planche en couleurs et 735 illustrations. Unione Tipografica Editrice Torinese, 1936. Prix, relié, L. 110.

Ce volume représente le premier traité de botanique générale et systématique originalement publié en italien et destiné aux étudiants en botanique des Universités; en quoi il se différencie du Manuel de Ferraris, également récent et encore incomplet, destiné surtout aux élèves des écoles secondaires agricoles. La partie morphologique, qui occupe un peu moins du tiers du volume, a été rédigée par M. Cappelletti qui s'est efforcé de résumer une masse vraiment impressionnante de faits sans sacrifier la clarté (condition indispensable, quand il s'agit de ce genre d'ouvrages). Pour cette raison, grâce aussi à la mise à jour des plus rigoureuses, cet exposé morphologique constitue un progrès sur tous les autres traités de botanique générale parus en Europe au cours de ces dix ou quinze dernières années. L'exposé spécial (systématique) qui occupe plus de 500 pages, a été écrit par M. Cappelletti pour les Thallophytes (à l'exclusion des Archégoniates qui

sont traités par M. Gola et par M. Negri pour les Gymnospermes et les Angiospermes). Très remarquable est le chapitre sur la phytogéographie (Negri) qui, par son mode de développement, ses objectifs et l'originalité de ses conceptions, constitue une nouveauté méritant tous les éloges. M. Negri a réussi, sur cinquante pages, à nous donner une synthèse brillante, par la clarté de l'exposition et par l'ampleur du développement, des orientations modernes de la phytogéographie. La physiologie (Gola) suit une ligne plus traditionnelle et moins autonome que les autres parties du Traité: elle est en effet plus didactique et élémentaire. C'est sans doute aux préoccupations didactiques qu'est due la forme narrative de l'exposé du sujet et l'exclusion à peu près rigoureuse de tout développement biochimique et physico-chimique des fonctions physiologiques, ce qui place le Traité en question quelque peu en arrière de manuels étrangers, même moins récents. La documentation graphique et iconographique est également très réduite et pas très à jour. Dans l'ensemble, l'ouvrage mérite des éloges et comble une lacune dans la bibliographie scolastique universitaire italienne.

Firenze, R. Università.

R. CIFERRI

S. van VALKENBURG et E. HUNTINGTON - *Europe.* Un vol. in-8, de VII-651 pages, avec illustrations et cartes. John Wiley & Sons, New-York, 1935. Prix, relié, 5 dollars.

R. BLANCHARD - *Géographie de l'Europe.* Un vol. in-8, de VII-483 pages, avec 17 planches hors texte et 36 figures. Félix Alcan, Paris, 1936. Prix, 50 fr.

Le premier de ces deux volumes est un cours universitaire de géographie de l'Europe, écrit en collaboration par un géographe européen et un géographe américain. On pourrait lui donner pour sous-titre: « L'Europe vue par delà de l'Océan », en ce sens qu'il présente les avantages et les inconvénients de la vision à distance. Les auteurs, en effet, voient mieux dans leur ensemble et dans leur aspect pour ainsi dire panoramique, certains problèmes généraux, mais ne dégagent pas les détails et n'approfondissent pas les particularités. La meilleure partie (qui occupe plus qu'un tiers du volume) nous paraît être celle qui concerne l'Europe dans son ensemble, et surtout l'exposé des faits économiques; on entrevoit souvent la tendance bien connue de l'un des auteurs à attacher une grande importance aux phénomènes et aux changements climatiques, pour autant que, d'après lui, ils influent sur les manifestations de l'activité humaine. Dans l'examen des différents pays, généralement très clair et très objectif, 27 pages seulement sont consacrées à l'Italie. Ce qui caractérise l'ouvrage, c'est la grande abondance de cartes et d'esquisses qui souvent remplacent avantageusement les statistiques et les tableaux; toutefois ces représentations graphiques sont souvent trop schématiques et manquent d'uniformité dans leur construction. Très intéressantes sont les comparaisons assez fréquentes que les auteurs établissent entre l'Europe et les pays américains.

Le livre de M. Blanchard se range à côté du premier, parce qu'il a été écrit par un géographe européen à la demande d'un éditeur américain pour

des lecteurs américains; ensuite l'auteur, qui est professeur à l'Université de Grenoble, mais fait aussi tous les ans un cours universitaire dans l'Amérique du Nord, a-t-il pensé que son livre pourrait être également utile à des lecteurs européens. M. Blanchard a eu la préoccupation constante de sortir du particulier, du détail, pour présenter les lignes générales et les faits fondamentaux. Et il y a souvent, sinon toujours, réussi. Dans ce livre encore les chapitres les plus significatifs sont ceux qui se rapportent à l'Europe dans son ensemble: quelques éléments essentiels, comme le contraste entre ce que l'auteur appelle la « face atlantique » et la « face méditerranéenne », sont bien caractérisés et restent gravés dans la mémoire du lecteur; moins expressifs sont les chapitres sur la population et ceux sur les traits humains et économiques du Continent, qui se trouvent à la fin du volume. Dans la description des différents pays européens, l'auteur utilise souvent ses connaissances personnelles, car il a beaucoup voyagé, mais sans doute pas toujours à une époque récente et en prenant le temps nécessaire pour étudier les choses à fond; on constate cependant dans plus d'un passage qu'il possède le don de l'observation aiguë et celui de la synthèse. Toutefois, l'Italie ne peut pas être rangée parmi les pays les plus heureux sous ce rapport, et les trois pages que l'auteur consacre aux problèmes italiens actuels montrent bien qu'il n'a pas cherché à se rendre compte, en allant au fond des choses, des conditions actuelles. Pour les données démographiques, M. Blanchard se sert en général des résultats des recensements faits en Europe en 1930-1931, et pour les données économiques il se réfère aux années ayant précédé immédiatement la crise de 1929-1930. « L'Europe va vite, dit-il, et le livre risque à tout instant d'être dépassé par les événements ». C'est ce qui arrive en fait dans une certaine mesure à son livre, et pour l'Italie plus que pour aucun autre pays. Deux chapitres finaux: « Ce qui unit l'Europe » et « Ce qui divise l'Europe » peuvent être considérés comme la conclusion qu'un géographe français tire d'un examen de l'Europe d'aujourd'hui. L'auteur condamne le nationalisme économique et reconnaît qu'en ce moment les forces qui divisent l'Europe sont plus puissantes que celles qui l'unissent. Mais ceci ne l'empêche pas d'exprimer l'espoir que l'avenir verra la formation d'une sorte d'États-Unis de l'Europe (à l'exclusion de la Russie) autour du noyau formé par les peuples de l'Europe Centrale et Occidentale.

Roma, R. Università.

ROBERTO ALMAGIÀ

G. ARIAS - *Corso di Economia politica Corporativa* (*Cours d'Économie politique corporative*). Deuxième Édition. Un vol. in-8, de XVIII-528 pages. Società Editrice del « Foro Italiano », Roma, 1937. Prix, broché, L. 55.

La maturité scientifique du professeur Arias date, on peut le dire, d'il y a vingt ans, moment où parurent ses *Principii di Economia Commerciale* qui furent, à juste titre, considérés par les hommes d'étude comme une synthèse vraiment perspicace des institutions fondamentales de l'économie et de la politique commerciales. Vingt années de travail ultérieur, de profond réexamen et d'autocritique pondérée ont fait du remarquable écrivain

le champion le plus authentique de l'économie corporative pure; et son enseignement, qui s'est affiné dans des postes d'une très haute responsabilité scientifique et politique, l'a conduit, de façon bien méritée, à la chaire de l'Athénée de Rome et à l'honneur du mandat législatif.

Déjà sa manière de traiter l'économie commerciale — et l'auteur se complaît avec raison à la mettre en évidence toutes les fois que l'occasion s'en présente — contenait en germe et souvent même *in extenso* ces principes généraux, ces idées-mères qui constituent la plate-forme du système économique corporatif. Affirmateur convaincu de l'unité granitique de la conception mussolinienne, Arias réussit à donner, dans son gros ouvrage, un exposé clair, organique, je dirais presque: décisif, de l'adamantine pureté logique de la nouvelle économie fasciste.

Il commence son vaste traité en analysant la notion d'« ordre corporatif », dont il envisage le caractère éthique et politique, spirituel et matériel, dans les relations quotidiennes sur le territoire des rapports économiques. L'ordre corporatif est ordre économique et, étant tel, il est l'ordre politique lui-même dans le domaine des rapports économiques: il trouve son intégration dans le principe juridique et dans l'accentuation du développement démographique. Après cette prémisse générale, Arias aborde l'examen des éléments de l'économie politique corporative dans l'histoire de la pensée économique, visant à définir exactement les théories nouvelles par une rigoureuse méthode d'investigation historico-critique, c'est-à-dire en étudiant à fond la valeur des doctrines qui ont constitué, jusqu'ici, le contenu de l'économie politique traditionnelle. Dans cette analyse historico-critique, il se montre nettement opposé à tout compromis, à toute transaction doctrinale; il est corporativiste 100%, disposé même à plus d'indulgence pour le tenant le plus intransigeant de l'école classique ou de l'école hédonistique que pour ces intrigants qui essaient de ménager la chèvre et le chou en s'efforçant de ramener à des systèmes désormais surpassés les fraîches et irrésistibles énonciations de l'économie politique corporative. Quand il se déchaîne contre des économistes classiques de la valeur de Graziani ou de Jannaccone (et cela arrive très souvent!), c'est toujours avec un sentiment de polémique courtoise et, en une certaine manière, de respecteux égards envers ceux qui ont été un peu nos maîtres à nous tous. Je dirais même qu'il est presque joyeux lorsqu'il peut mettre en évidence (comme il le fait pour Marshall, par exemple) que quelques affirmations de quelque représentant autorisé de l'économie libérale renferment, à l'état embryonnaire, des principes que l'économie corporative a, par la suite, portés aux réalisations les plus concrètes. Par contre, quand Arias se retourne vers ceux qui s'efforcent de ramener sous le drapeau du libéralisme les lignes fondamentales du système économique corporatif, ses critiques sont âpres, tranchantes, impitoyables et, souvent, nettement méprisantes. En substance, les lignes fondamentales du système économique corporatif sont, j'oserai le dire, si « solaires », que l'on se rend parfaitement compte du dégoût qu'Arias éprouve en présence des « manœuvriers » de la science économique. Le principe du « minimo mezzo » (voire, comme il dit finement, le « subterfuge » du « minimo mezzo »), la notion d'utilité subjective et d'utilité objective, le principe des coûts comparés, les fondements mêmes de la distribution des richesses selon les théoriciens du libéralisme classique, sont les têtes de turc du professeur Arias: ce sont les cibles

préférées de ce corporativiste intégral, qui n'admet ni demi-mesures ni compromis doctrinaux. Il ramène avec une admirable cohérence tous les principes fondamentaux de l'économie aux énonciations de la Charte du Travail et aux sculpturales définitions et affirmations faites par Mussolini dans ses nombreux écrits et discours politiques; mais que l'on ne croie pas que c'est avec le but de trouver *a posteriori* la justification scientifique de considérations précédemment postulées. La vérité est, qu'Arias est convaincu, de la façon la plus complète et la plus définitive, que la Charte du Travail, les directives de marche indiquées par le Duce et, en général, la législation fasciste et les réalisations de la politique mussolinienne constituent ce qu'il y a de plus harmonieux, de plus organique et, en même temps, de plus révolutionnaire dans le domaine des rapports économiques et, par suite, politiques.

On parle trop souvent d'économie politique *et* corporative: énonciation inexacte, disjonctive plus que conjonctive, de nature à faire croire que l'économie politique serait quelque chose de différent de l'économie corporative. Contre cette équivoque, Arias s'insurge énergiquement en analysant, dans la seconde partie de son ouvrage, les principes généraux de l'économie politique corporative. Et lorsque enfin il conclut en définissant l'économie « cette science morale qui, partie essentielle de la politique, se propose d'établir les normes universelles immuables ou les normes particulières (et variables dans le temps, mais dépendant des premières) qui, par élection spontanée ou par intervention de l'État, *doivent* présider aux choix des individus, ou des groupes, et aux choix de l'État, dans le vaste territoire des rapports dérivant de la vie de la richesse, de manière à réaliser l'ordre spirituel et matériel dans lequel l'utile s'identifie avec l'honnête et la légitime convenance individuelle avec la convenance sociale et politique », le lecteur pourra peut-être penser qu'une telle définition est un peu trop longue et trop minutieuse, mais il se rendra exactement compte de la parfaite adhérence de la dite définition aux principes énoncés dans le volume.

La troisième partie de l'ouvrage, qui s'occupe des doctrines et des normes de l'économie politique corporative, est certainement la plus « brillante ». La critique rigoureuse faite dans les pages précédentes permet ici à l'auteur un ton plus débonnaire et moins professoral, qui réussit, en définitive, à rendre plus évidente encore sa thèse antihédonistique, antiégoïstique, antilibérale. D'une importance particulière sont les observations d'Arias sur la doctrine de l'échange: il nie l'identité des notions de prix et de valeur, dans la forme statique de l'économie libérale, et il y substitue, guidé par une conception analogue qui s'est introduite dans le domaine juridique, une dualité de contenu qui rend évidente la subordination de la valeur économique à la valeur morale et la scission nette entre la notion abstraite et fondamentale de la valeur et la notion concrète et contingente du prix; et c'est précisément dans l'économie corporative que s'effectue la première tentative historique, d'importance universelle, en vue de rapprocher le prix, position concrète de la valeur, de la valeur en tant que conception idéale.

Elle aussi, l'analyse (qui vient ensuite) des nouvelles orientations de la politique des échanges, apparaît comme une conséquence logique des positions doctrinales prises précédemment. Il est parfaitement logique que l'auteur repousse de la façon la plus tranchée le principe traditionnel des coûts comparés, puisqu'il a, dans ce qui précède, largement mis en lu-

mière la vérité substantielle et immanente de l'affirmation de Mussolini, que le commerce extérieur est une fonction, directe ou indirecte, mais de toutes façons non contingente, de l'État. Nous pouvons ajouter que s'il n'en était pas ainsi, on ne comprendrait pas pourquoi toute la politique des échanges a été, en Italie, soustraite aux organes traditionnels, pour être confiée à un ministère de formation nouvelle, celui des Changes et Devises. Sobre et concise apparaît dans les dernières pages du volume la manière dont l'auteur traite le système des compensations, des contingents, du programme fasciste pour atteindre à l'*autonomie* (terme qui, selon Arias, est plus significatif que celui d'*autarchie*). Nous aurions aimé trouver, dans cette partie, au moins quelques mots sur le fameux plan Milhaud, qui a été l'objet de tant de discussions dans le domaine doctrinal et scientifique et qui, suivant ses nombreux défenseurs, pourrait utilement résoudre les problèmes monétaires qui dérivent précisément de la tendance de tous les États à l'autarchie.

Mais il ne faut pas oublier que le livre d'Arias a surtout un but didactique; et de ce point de vue l'on peut dire en toute conscience qu'il atteint pleinement son objectif: indiquer aux étudiants les véritables principes fondamentaux de l'économie politique corporative, dont l'auteur n'est pas seulement le plus vaillant défenseur, mais encore le plus cohérent vulgarisateur.

Roma, R. Università.

A. Mariotti

Ch. Vellay - *Controverses autour de Troie.* Un vol. in-8 (de la *Collection d'Etudes Anciennes*), de 1-176 pages. Les Belles Lettres, Paris, 1936. (Sans indication de prix).

L'Auteur avait publié en 1930 un livre sur l'emplacement de l'Ancienne ville de Troie: *Les nouveaux Aspects de la question de Troie* où il déclarait insoutenable 1° l'identification de l'ancienne Troie avec Hissarlik, 2° celle du camp Achéen avec Bésika. Dans ce nouveaux livre il repond à ses critiques, Dörpfeld, Brückner, Séyk, Scott, Radet, Pareti et Patroni. Il examine avec le plus grand soin toutes les remarques en s'appuyant soit à la tradition, soit à l'étude des éléments topographiques, soit aux considérations stratégiques, soit enfin aux fouilles de l'Archéologie. On ne peut pas nier que la foi dans l'équation Troia-Hissarlik est fortement ébranlée par ses observations, mais bien difficilement il réussira à convaincre ses adversaires.

Milano, R. Università.

A. M. Pizzagalli

RIVISTA DELLE RIVISTE – REVUE DES REVUES
REVIEW OF REVIEWS – ZEITSCHRIFTEN-UMSCHAU
REVISTA DE REVISTAS

Cursos y conferencias - (Buenos Aires, N° 5-12, 1938) « E. BUTTY, *La duracion de Bergson y el tiempo d'Einstein* » (*La durée de Bergson et le temps d'Einstein*). — Henri Bergson, se rappelant probablement qu'il a été autrefois professeur de mathématiques, s'est occupé dans plusieurs de ses ouvrages de la théorie de la relativité d'Einstein, dans le but d'en déduire les conséquences philosophiques qui en découlent. Dans un de ses livres *Durée et simultanéité* il arrive à la conclusion suivante: on doit accepter l'hypothèse de l'existence d'un temps universel, idée directrice de l'ouvrage; il affirme que c'est la théorie de la relativité qui a mis particulièrement cette idée en relief, bien plus que la physique d'avant la relativité. Ces conférences ont pour objet de démontrer que cette idée du philosophe français est incompatible avec les conclusions de la théorie d'Einstein: l'existence d'un temps universel ne saurait s'accorder avec les temps multiples de la théorie de la relativité. Comme ces conférences sont destinées au public de la Section de Philosophie qui, en général, manque d'une bonne préparation physico-mathématique, on les a fait précéder des notions nécessaires permettant de préciser les idées sur la relativité des milieux considérés dans des systèmes de référence distincts, sur la réciprocité entre les milieux, les invariants correspondants, etc., pour arriver au fondement épistémologique des théories de la relativité. Toutes ces questions sont traitées, pour la raison indiquée, sans technique mathématique. En usant d'exemples opportuns, on arrive à faire comprendre certaines conclusions abstraites dont il est impossible de donner la démonstration sans recourir à la technique que l'on s'est proposé de supprimer, mais dont on peut donner une représentation intuitive. On a appliqué la même méthode lorsqu'on a dû aborder certaines des conclusions de la théorie d'Einstein pour en arriver aux temps relatifs à chaque système de référence, ou bien pour voir, lorsqu'on a voulu donner une idée de l'univers de Minkowsky, s'il est possible de parler d'une durée unique en prenant comme tel quelque chose qui est lié à l'invariant, lequel invariant correspond, dans la représentation en question, à la translation des divers systèmes d'inertie avec la vitesse de la lumière.

F. S.

***

Scientific Monthly - (New-York, Juillet 1937). — « T. M. CARPENTER, *The metabolism of alcohol in the animal Body* » (*Métabolisme de l'alcool dans l'organisme animale*). — L'alcool est rapidement absorbé et distribué à travers l'organisme. On peut, après absorption, constater sa présence dans le sang, les urines, l'air expiré, jusqu'à sa disparition par élimination ou à la suite de processus métaboliques. L'alcool subit des variations de concentration parallèles dans le sang, les urines et l'air expiré. C'est pourquoi la mesure de la concentration de l'alcool dans le sang, les urines ou l'air expiré, à divers intervalles après l'ingestion, indique la rapidité avec la-

quelle l'alcool est transformé dans l'organisme et la durée de sa présence dans celui-ci. La distribution de l'alcool dépend avant tout du degré d'irrigation sanguine des tissus et des organes. Dans le tissu graisseux de poules exposées aux vapeurs d'alcool dans un espace clos, on n'a trouvé qu'une petite quantité d'alcool, ce qui prouverait que l'alcool ne s'accumule pas dans le tissu adipeux. Le travail musculaire n'affecte pas la rapidité d'utilisation ou de disparition de l'alcool, comme le montrent les études sur les échanges respiratoires et les variations de la teneur en alcool du sang, des urines et de l'air expiré chez des sujets humains au repos ou pendant le travail. Des expériences sur l'ingestion de sucres et d'alcool, au cours desquelles des déterminations des échanges respiratoires et de l'alcool dans l'air expiré ont été continuées jusqu'à ce que l'alcool ait disparu des tissus, ont montré ou que l'alcool remplace surtout les graisses dans les processus métaboliques ou qu'il est transformé en une substance ayant un quotient respiratoire semblable à celui des graisses, cette substance pouvant être mise en réserve ou utilisée par l'organisme. C. B.

***

New Review - (Calcutta, Juin 1937). — « V. R. Ramachandra Dikshitar, *What is Tamil Culture?* » (*Quest-ce que la culture Tamile?*). — Plusieurs théories ont été formulées au sujet des Dravidiens. La théorie la plus généralement acceptée est celle d'après laquelle les Dravidiens seraient une race différente de la race aryenne, et que l'invasion dravidienne de l'Inde aurait précédé les Aryens, ce qui impliquerait que les Dravidiens étaient des étrangers qui se sont établis dans l'Inde méridionale dans des temps préhistoriques. Cette théorie est difficilement acceptable. En premier lieu, rien dans notre littérature et nos traditions n'indique que les termes *Aryens* et *Dravidiens* aient une signification ethnique. Le terme *Aryen*, partout où il est employé, signifie « gentleman ». La race dravidienne est un mythe, tout comme la race aryenne. On peut parler de culture latine ou anglo-saxonne, mais non de race latine ou anglo-saxonne. Nous pouvons de même parler de culture dravidienne et de culture aryenne, ou, plus exactement de culture Tamile et de culture védique. L'évêque Caldwell considérait le mot « dravidien » comme un terme philologique et disait que les Dravidiens étaient ceux qui parlaient une langue dravidienne. Mais le fait est que les Dravidiens habitaient une étendue de pays qui figure dans l'ancienne géographie indienne sous le nom de Dravida. C'est Tamilakam qui est devenu connue sous le nom de Dravida. Donc les Tamils étaient des Dravidiens. La théorie d'après laquelle les Dravidiens auraient été des envahisseurs de l'Inde doit être rejetée; et la seule preuve concluante est qu'on n'a réussi à établir aucun rapport entre les langues dravidiennes et celles d'une autre famille quelconque. Pour en revenir à la culture Tamile, on la trouve composée de trois phases: la culture de la période préhistorique, celle de la période Sangam et celle de la période post-Sangam. L'archéologie a découvert des traces incontestables de l'homme paléolithique et de demeures néolithiques dans l'Inde méridionale de la période préhistorique. La période Sangam qui est, d'une façon générale, celle de la culture pré-aryenne, représente la deuxième phase de la culture Tamile, avec cinq variations quant à ses rapports avec le milieu. Ces cinq variations sont sous la dépendance de cinq divisions de leur habitat: littoral, région agricole, forêts, montagnes et déserts. Bien qu'on trouve les mêmes divisions dans n'importe quel autre pays, le génie Tamil n'en a pas moins réussi à donner naissance à une culture qui lui était propre. Le progrès de la culture Tamile à cette phase est en opposition avec toutes les théories de l'évo-

lution. La troisième phase coïncide avec le contact complet entre la culture Tamile et la culture Sanscrite. C'est sous l'influence de ce contact, que la culture Tamile devient complexe, et elle a réussi à dominer l'Inde méridionale pendant plus de deux millénéaires.

Prabuddha Bharata - (Mayavati [Almora, India], Mai 1937), — « C. T. SRINIVASA, *Some Moderne Views on Sankara* » *Quelques idées modernes sur Sankara*). — Sankara est un phénomène historique: voilà tout ce qu'on enseigne dans les universités. D'où des discussions infinies concernant le point de vue exact de Sankara. Même les esprits occidentaux les moins prévenus sont incapables d'apprécier tout ce qu'implique le système de Sankara, faute de compréhension de ses méthodes métaphysiques. Pour comprendre Sankara, il faut renoncer à des préjugés invétérés et se pénétrer de son esprit. La plupart des critiques ne portent que sur sa doctrine dite de « Maya ». Mais on n'a pas réussi à ébranler sa véritable position métaphysique. En voulant donner à ce terme un sens plus large que celui que lui avait donné Sankara, on s'est avancé sur un terrain glissant. La cause irréelle d'un effet irréel cesse d'être, en même temps que l'irréel. M. Thibaut cherche à montrer que le commentaire des *Vedanta Sutras* par Ramanuja s'accorde davantage avec l'esprit des *Sutras* qu'avec celui de Sankara. Ce qui intéresse un penseur moderne, ce n'est pas tant la fidélité ou la conformité aux textes sacrés que le point de vue rationnel. Et c'est là que Sankara remporte une victoire signalée. Dieu, l'expérience religieuse, etc., trouvent leur pleine signification dans le système de pensée de Sankara, où il est prouvé que Dieu est le véritable Moteur et Idéal de toute existence consciente et, par conséquent, la seule Réalité qui s'identifie avec le Moi. Le système de Ramanuja, qui repose sur la base naïve, mais incertaine, des croyances, espoirs et craintes humains, constitue un saut dans les ténèbres, avec une assurance consolatrice de la sécurité et de la satisfaction individuelles.

S. d. R.

Quarterly Journal of Economics - (Cambridge, Mass., Août 1937). — « E. H. CHAMBERLIN, *Monopolistic or Imperfect Competition?* » (*Concurrence monopolistique ou imparfaite?*). — Les théories de la concurrence monopolistique ou imparfaite ont donné lieu à certaines erreurs qu'il importe de corriger. Les thèses que l'on avance et défend sont les suivantes: (1) que ces théories sont entièrement indépendantes de la technique des courbes du revenu marginal (à laquelle il est uniquement fait appel pour simplifier ou abréger l'exposé); (2) leur liaison avec le problème des rendements croissants est historique plutôt que logique; (3) si elles couvrent des cas où les profits sont réduits à un minimum à cause des éléments compétitifs qui existent, elles traitent également des situations donnant lieu à des profits de monopole; (4) leur champ d'application ne se trouve point supprimé, ni leur importance diminuée par l'hypothèse d'une divisibilité complète des facteurs de production ou par une augmentation du nombre de producteurs participant au « marché »; (5) elles impliquent nécessairement une certaine différenciation du produit et par conséquent l'impossibilité pour un concurrent ou un nouveau-venu de fabriquer une marchandise entièrement identique (cette identité devant être entendue non seulement dans un sens matériel ou physique, mais aussi par rapport aux circonstances entourant la vente et susceptibles d'influencer l'acheteur).

Le terme « concurrence monopolistique » décrit plus exactement que ne le fait le terme « concurrence imparfaite » (employé par Mrs. Robinson et par d'autres) les cas dont on parle — car ces cas contiennent toujours à la fois ces deux éléments: la concurrence et le monopole. Parler de la « con-

currence imparfaite » tout en conservant les termes « concurrence parfaite » et « monopole », contribue, en effet, à perpétuer le tenace préjugé qui oppose comme deux catégories mutuellement exclusives la concurrence d'une part et d'autre part le monopole. Il semble bien que Mrs. Robinson elle-même ne propose nulle part l'abandon de cette dualité artificielle. En effet, il existe une différence de point de vue entre son « Economics of Imperfect Competition » et la « Theory of Monopolistic Competition » de l'auteur, qui a déjà apporté dans l'analyse des divergences fondamentales et significatives. Ceci apparaît, par exemple, à l'occasion (1) de la théorie du profit, (2) de l'attitude envers des « norms » idéales basées sur la concurrence, et (3) du problème de l'« exploitation » des facteurs de production. E. P.

Scientific Monthly - (New-York), Juillet 1937). — « HARVEY C. LEHMAN, *The Creative Years: " Best Books "* » (*Les années de création: " les meilleurs livres "*). — Quelles sont, au point de vue chronologique, les années pendant lesquelles les hommes (et les femmes) sont les plus aptes à produire des chefs-d'œuvre littéraires? Le procédé qui consiste à citer les ouvrages de valeur qui ont été écrits par des hommes à un âge donné quelconque (et à omettre les cas peut-être plus fréquents où des ouvrages de valeur ont été écrits à d'autres âges) est de nature à créer une fausse opinion. Ce qu'il importe de savoir, ce n'est pas s'il y a eu des hommes d'un âge donné (ou intervalle d'âge) qui ont produit d'excellents ouvrages, mais si, en rapport avec leur nombre, des hommes d'un âge chronologique donné ont produit plus ou moins que les hommes plus ou moins âgés qu'eux. L'auteur a réuni dans cet article des données distinctes relatives à différents groupes d'âge et analysé les principales performances de chaque groupe. Il résulte de ces données que les chefs-d'œuvre littéraires ont été écrits pour la plupart par des hommes qui n'avaient pas plus de 45 ans au moment de la publication de ces ouvrages. Ces données permettent de conclure que les « meilleurs » livres ont été *écrits* pour la plupart par des auteurs ayant moins de 40 ans. Il y a naturellement plus d'une exception à cette règle. Il ne semble pas qu'il y ait une limite d'âge au delà de laquelle l'homme devienne incapable d'écrire un ouvrage de valeur. Nous ferons peut-être bien de renoncer à l'habitude de penser dans les termes de limite d'âge ou même d'âge moyen. Le meilleur moyen d'envisager les années créatrices consiste, non dans une référence à une simple moyenne ou à une limite, mais à étudier les courbes d'âge (ou distribution statistique) qui révèlent des tendances et des possibilités, plutôt que des limites fixes. Cette étude est basée sur les données suivantes: 1) livres qui figurent le plus fréquemment sur les listes des « meilleurs livres »; 2) livres qui se sont vendus à plus de 500.000 exemplaires depuis 1875; 3) livres publiés depuis 1885 et qui ont exercé le plus d'influence; 4) les meilleurs livres écrits par des femmes. Ces données suggèrent la conclusion qu'on tend à surestimer les ouvrages d'auteurs vivants, ayant atteint un âge avancé et que la qualité de la production décline avant la quantité.

V. P.

La logique non-aristotélicienne et la crise en science.

Un article déjà paru et ayant le même titre que celui-ci, par le Professeur Reiser dans « Scientia » de Mars 1937 nous offre l'occasion de quelques remarques pertinentes qui peuvent être présentées au mieux sous forme de critiques à la thèse de Reiser. Il devient de plus en plus évident que le développement de la Logique Symbolique introduit un changement radical dans notre façon d'aborder les problèmes des domaines divers. Il me suffira de mentionner le récent article de Birkhoff et Von Neumann sur la *Mécanique des Quanta* (« Annals of Mathématics, V. 37, oct. 1936 »), le bref sommaire du travail de Woodger, dans le domaine de la biologie, donné dans les *Modern Theories of Development* de Bertalanffy et Woodger, ainsi que la référence de Needham au travail de Woodger sur la Biologie envisagée du point de vue axiomatique (Needham, *Order and Life*, University Press 1936). Mais, de façon assez étrange, ce changement est attribué pour la plus grande part à deux facteurs 1) une nouvelle technique symbolique 2) l'existence d'une logique à valeurs multiples. Ce qui est plus étrange encore, si nous examinons la littérature du sujet (hormis dans le domaine des mathématiques) on n'use que très peu de la nouvelle technique symbolique et l'on exploite injurieusement plutôt qu'on utilise l'essence de la logique à valeurs multiples. Il existe chez beaucoup une tendance à résoudre toute contradiction dans les sciences par un appel à la logique à valeurs multiples. Cet appel a pour base une mise en doute uniforme de toute proposition catégorique. Les propositions catégoriques sont maintenant les capitalistes de la logique, on doit les injurier de toutes les façons possibles. Cependant, « en mettant uniformément en doute toute proposition absolue, on en vient à ce qu'on pourrait appeler un système de logique à valeur unique qui ne permet plus aucun raisonnement » (Margenau, *Logic and Physics*, « Philosophy », of Science, VI, janv. 1934, p. 119).

Reiser essaie de prouver que la crise en science peut être résolue par une nouvelle Logique admettant que deux propositions contradictoires puissent être vraies toutes deux. Soient p et q ces propositions, où p et q peuvent représenter n'importe quelle paire de thèse et antithèse (p. 138). Admettons en outre que nous allons tenter d'utiliser une logique à trois valeurs pour résoudre nos difficultés. Les matrices de véracité pour deux propositions dans une logique à trois valeurs nous donnent les tableaux suivants:

p	Np
I	o
?	?
o	I

où p est une proposition, Np signifie que p est faux et le ? marque la valeur de véracité intermédiaire. (Nous employons une logique à trois valeurs pour plus de simplicité. Évidemment les difficultés augmentent quand augmente le nombre des valeurs. Les tables données sont empruntées à

Lewis et Langford, Symbolic Logic, Century Company, New-Yok 1932, p. 214-215).

P	q	$pAq = p$ et q
I	I	I
I	?	?
I	o	o
?	I	?
?	?	?
?	o	o
o	I	o
o	?	o
o	o	o

Nous remarquons les faits suivants:

Si p et q sont des contradictoires, c'est-à-dire si $p=I$, $q=Np=o$. Dans ce cas, pAq, soit l'affirmation simultanée de p et de q est toujours o et la tentation de résoudre la crise échoue. Il s'ensuit que p et q doivent avoir pour valeur o où ?. Si l'une d'elles a la valeur ?, $pAq=$? ou o, c'est-à-dire que la valeur de véracité de leur combinaison est moindre ou égale à la valeur des composantes. Il en résulte qu'à moins d'avoir des composantes de valeur I, nous ne pouvons avoir une résultante de valeur I. Ceci impliquerait que l'usage d'une troisième valeur rend impossible une *loi* scientifique. La loi exprimant la probabilité statistique d'un événement E est prise elle-même comme ayant une valeur de véracité égale à I. De sorte que si p et q sont mises en relation réciproque dans un système à n valeurs de véracité, la synthèse de p et q ne pourrait jamais nous donner une loi scientifique.

Mais le raisonnement précédent comporte l'admission tacite que fait Reiser lui-même — à savoir que p et q dans la table (p. 138) des thèses et antithèses sont des contradictoires. Cette admission est évidente quand Reiser dit: « ....lorsque Schroedinger traite un électron comme un groupe d'ondes, il semble dire qu'un phénomène physique peut être à la fois corpusculaire et non-corpusculaire et ceci semble équivaloir à dire que *A est à la fois B et non-B* (p. 144, italiques miennes). C'est-à-dire que pour Reiser ondes=non-corpusculaires, autrement dit ondes et corpuscules sont des termes contradictoires. Quoique pendant un certain temps les hommes de science les aient considérés comme tels, cela ne signifie pas qu'ils soient tels réellement. Si p et q étaient des contradictoires, alors 1) dans la logique classique ils ne pourraient jamais se combiner; 2) dans la logique non-aristotélicienne — dont Reiser déclare que la logique classique est un cas particulier (p. 142) — les contradictoires doivent être définies. Comme l'indique la table pour une logique à trois valeurs, le résultat serait alors soit l'absence de synthèse, soit une résultante moins « vraie » que les données et la « Science se trouve devant une crise qui la discréditera en tant que discipline théorique » (p. 137).

Si pourtant nous n'admettons pas que p et q soient, en aucun sens, contradictoires, alors la crise n'est pas une crise de logique mais de science même. Nous devons trouver une synthèse pq de p et q — possible s'il ne s'agit pas de contradictoires. Dès lors, sur la base de notre logique actuelle, puisque pq implique p et de même pq implique q, tout irait bien. Tel est le point de vue qu'adopte l'homme de science lui-même. Un bon exemple de cette position est fourni par l'attitude prise par Eddington dans sa récente *Relativity Theory of Protons and Electrons*, Macmillan Company, 1936. Cet ouvrage n'utilise apparemment que la logique classique. Une

citation suffira. « .... A moins que la structure du noyau ne nous réserve quelque surprise..... il n'y a rien dans tout le système des lois physiques qui ne puisse être déduit sans ambiguïté de considérations épistémologiques » (p. 327). Une autre référence est fournie par l'article de Birkhoff et Von Neumann.

Je voudrais remarquer que cette discussion ne nie pas la validité et la possibilité d'une logique à n valeurs. Elle nie simplement que la science ne nous fournisse rien indiquant le besoin d'une telle logique. Je ne nie pas, d'autre part, les implications statiques de la logique Aristotélicienne et son caractère incomplet. Je nie absolument le fait que des propositions soient contradictoires parce qu'elles nous apparaissent telles et je nie la validité de toute tentative pour écarter une synthèse possible parce que cette synthèse n'a pas encore été réalisée. Les propositions en cause peuvent être complémentaires et susceptibles de synthèse. Si nous considérons plus avant la table de Thèse-Antithèse donnée par Reiser (p. 138) il y a évidemment trois explications possibles: *a*) les prédicats ne sont pas contradictoires; *b*) les sujets ne sont pas distribués; *c*) les sujets ou les prédicats sont ambigus. Les propositions 1, 2, 4, 5 semblent illustrer *a*), 4 et 8, *b*) et 3, 6, 7, 9, 10 peuvent illustrer *c*). Considérons par exemple la thèse « l'électron est un corpuscule » et écrivons-la $e=f\ (c)$. Son antithèse est « l'électron est un phénomène ondulatoire »; écrivons-la $e=f\ (w)$. Reiser semble considérer comme un fait définitivement établi que $f\ (c)$ et $f\ (w)$ ne peuvent être unies en une fonction $f\ (c, w)$. Ceci n'est nullement évident. Tant que nous n'avons pas établi ce fait, nous ne pouvons dire que la nature « ne respecte pas » la loi d'identité (p. 144). Il me semble que Reiser apporte de bons arguments en faveur d'un développement dialectique plutôt qu'en faveur d'une faillite de la science. La « crise » présente n'est peut-être que la transition à un autre niveau de science.

Revenons à l'article de Reiser. A la page 139 il déclare: « Nous *définissons* les propriétés d'une onde.... nous *définissons* aussi les propriétés d'une particule. Les définitions s'excluent mutuellement. Plus tard nous découvrons empiriquement que les propriétés empiètent les unes sur les autres. Nous avons donc le problème d'essayer de penser une situation nouvelle en termes de définitions anciennes et exclusives ». Ceci me semble de la très mauvaise logique — aristotélicienne ou non. Si nos définitions s'excluent mutuellement et si l'expérience empirique prouve que les propriétés se superposent il me paraît s'ensuivre que nos définitions sont fausses. C'est un lieu commun de remarquer que la théorie et l'expérience doivent être d'accord et que si l'expérience est bien faite un désaccord prouve une erreur dans notre théorie. Cette superposition expérimentale implique en outre que l'hypothèse primitive de nos définitions, à savoir la contradiction entre onde et particule est une hypothèse erronée. Le problème que l'homme de science doit résoudre n'est donc pas « de tenter de penser une nouvelle situation en termes de définitions anciennes et exclusives » mais de tenter de trouver un nouveau jeu de définitions. Ces définitions *doivent* tenir compte du caractère « non élémentaire » des événements. Mais ceci est encore un principe de la logique hégélienne. Nous pourrions considérer l'attaque de Reiser sur la loi d'identité. A la page 140 il déclare: « *En général il n'existe pas deux événements ou objets « identiques », dans des contextes ou des milieux différents* ». A la page 144 Reiser prétend que puisque Schroedinger considère un électron comme un groupe d'ondes il dit en réalité que A est à la fois B et non-B et viole par suite la loi d'identité (A est A), car « suivant la logique ancienne si l'entité considérée était une particule, c'était une particule et si c'était une onde, c'était une onde ». A la page 47 il prétend que la véritable raison pour la violation de la loi d'identité se trouve dans

l'existence du changement et dans la dépendance qui lie les propriétés d'un objet à son milieu.

Reiser ne nie pas la loi d'identité in toto. Il déclare que la loi d'identité doit signifier que « dans le même univers de discours nos termes doivent garder des sens constants ». Supposons que nous parlions d'une identité X dans un univers de discours Y. Toutes les fois que X revient en Y il a le même sens, c'est-à-dire que le sens de X est indépendant de sa position en Y. Soit Y la Théorie de la Relativité et X un électron. Il s'ensuit que le sens du *mot* « électron » est indépendant de sa position dans la théorie. Ce sens désigne ou non une entité ayant un caractère physique. S'il désigne une entité alors, puisque celle-ci est désignée par des *sens* identiques, il doit s'agir de la même entité. Il semble que cette formulation de la loi d'identité, à moins que Reiser ne nie toute désignation symbolique, implique que A est A dans la nature même.

Il est assez clair que si en changeant le milieu nous signifions par là un changement dans l'univers du discours, alors les entités considérées changent de sens de la même façon.

L'élément important dans cette attaque sur l'Identité est le fait significatif qu'un sens peut être seulement compris dans un contexte c'est-à-dire seulement dans des systèmes et que par suite les entités ne peuvent être comprises que dans leurs relations (pour un développement ultérieur de cette idée cf. l'article qui doit paraître dans la « Philosophical Review »: Kattsoff, *Undefined Concepts in Postulate Sets*.) Mais ici aussi nous avons un principe souligné par les idéalistes. C'est celui qui ne rend pas nécessaire « de spécifier *toutes* les propriétés qu'une chose possède ou peut posséder dans *tous* les milieux possibles » (page 145). Reiser lui-même semble sentir ceci en ce qui concerne particulièrement l'analyse intellectuelle lorsqu'il déclare: « Le tout précède vaguement les parties et dessine à l'avance, obscurément, la conclusion ».

Il me semble que jusqu'ici il n'y a pas de preuve que les logiques à valeurs multiples aient leur place en physique.

Il me semble aussi que si la logistique a largement contribué à améliorer notre outillage conceptuel elle est en train de démontrer lentement ses ressemblances fondamentales avec la logique idéaliste. Les deux méthodes ne sont pas aussi opposées qu'on serait tenté de le croire au premier abord.

Il me semble enfin que le prochain grand développement de la philosophie surgira d'une analyse du *système* et pourrait être nommé Systématique.

Chapel Hill, University of North Carolina.

LOUIS OSGOOD KATTSOFF

(Traduit par Charles Mauron, St. Remy de Provence).

PAOLO BONETTI – *Direttore responsabile.*

MILANO – TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

ÜBER HOCHPOLYMERE VERBINDUNGEN

Neue Gesichtspunkte zur Einteilung der Kolloide.

Die neueren Ergebnisse der organisch-chemischen Forschung und speziell der makromolekularen Chemie verlangen eine Neueinteilung der Kolloide. Die hierbei massgebenden neuen Gesichtspunkte sind die Grösse und die Gestalt der Makromoleküle, die kolloide Dimensionen erreichen, weshalb solche Stoffe als Molekülkolloide bezeichnet wurden. Man nimmt diese Neueinteilung zweckmässig zunächst nach dem inneren Bau der Kolloidteilchen vor und trennt daher die anorganischen von den organischen Kolloiden ab. Letztere teilt man weiter in Micellkolloide und die eigentlichen Molekülkolloide ein. Nach der Form der Makromoleküle trennt man die Sphärokolloide von den Linearkolloiden, die grundverschieden in ihrem physikalischen Verhalten sind. Die Linearkolloide teilt man weiter nach der Länge der Makromoleküle in Hemi-, Meso- und Eukolloide ein, die wiederum ganz verschiedene physikalische Eigenschaften aufweisen. Eine solche Einteilung trägt der heutigen chemischen Kenntnis der kolloiden Materie besser Rechnung, als die früheren Einteilungen in Suspensoide und Emulsoide oder in lyophobe und lyophile Kolloide.

Die Fülle der Erscheinungen verlangt Einteilung. Eine Systematik bleibt immer unvollkommen, weil sie notwendigerweise einige auffallende Merkmale in der Erscheinungswelt aufgreift, danach die Einteilung schafft und die Uebergänge vernachlässigt. So ist es auch mit der Kolloidlehre, die sich durch Graham's Arbeiten in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts zu einer besonderen Wissenschaft entwickelte: die Klassifikation der kolloiden Stoffe bietet viele Schwierigkeiten. Denn schon die Abtrennung von grob-dispers verteilter Materie einerseits und niedermolekular gelöster anderseits lässt sich nicht durchführen, da Uebergänge aller Art vorhanden sind. Wenn z. B. nach Wo. Ostwald [2] als Kolloide die dispersen Systeme betrachtet werden, deren Teilchendurchmesser zwischen 0,1 μ bis 1 μ μ liegt, so berücksichtigt eine solche Einteilung nur Kolloide mit mehr oder weniger kugelförmigen Teilchen, nicht aber solche mit langgestreckten, vor allem nicht die organischen Stoffe mit Fadenmolekülen. [3] Diese passen in die obige Systematik nicht hinein; denn Paraffine und Paraffinderivate, deren Kettenmoleküle 5 oder 10 μ μ lang sind, verhalten sich noch völlig wie niedermolekulare Verbindungen. Dagegen besitzen gerade die charakteristischen hochmolekularen Stoffe Fadenmoleküle von 1μ und noch grösserer Länge; die Teilchenlänge dieser typischen Kolloide ist also viel grösser, als sie nach obiger Definition der Kolloide sein dürfte.

[1] W. OSTWALD, *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen*, Verlag Th. Steinkopff, 1927.

[2] H. STAUDINGER, B. *62*, 2893 (1929); H. STAUDINGER, *Die hochmolekularen organischen Verbindungen — Kautschuk und Cellulose* — Verlag J. Springer, Berlin, 1932. Im Folgenden als « Buch » zitiert.

Wenn man also die Kolloide von den niedermolekular dispersen Systemen abtrennen will, so wird man nicht so sehr ihren Durchmesser zu berücksichtigen haben, als vielmehr ihre Masse. Bei Teilchen mit einer Masse über 10 000, bezogen auf H=1, treten unabhängig davon, wie sie gebaut sind, kolloide Erscheinungen auf. [1] Teilchen dieser Grösse diffundieren langsam und werden von den Poren eines Dialysators mehr oder weniger zurückgehalten. Ebenso sind die Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung in der Regel [2] so gering, dass sie nur schwer messbar sind.

Eine Abtrennung der Kolloide von den grobdispersen Systemen lässt sich noch schwerer erreichen als von den niedermolekular dispersen. Kugelförmige Teilchen mit einem Durchmesser von über 0,1μ können häufig sichtbar gemacht werden. Fadenförmige Teilchen dagegen, die 10 mal länger sind, sind trotz dieser grossen Längenausdehnung wegen ihres molekularen Durchmessers in ihren beiden anderen Dimensionen auch ultramikroskopisch nicht sichtbar.[3]

Beschränkt man die Betrachtung lediglich auf die Kolloide, bei denen feste oder flüssige Teilchen in flüssigen Dispersionsmitteln kolloid verteilt sind, so zeigten diese kolloiden Lösungen wieder eine ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit im Verhalten, vor allem in ihrer Viscosität. Bei der Verschiedenartigkeit dieser Erscheinungen hat man dieselben weiter eingeteilt in *lyophobe und lyophile* Kolloide. [4] Die ersteren sind die Kolloide, die infolge der lyophoben Eigenschaften niederviscose Lösungen geben, bei den letzteren nahm man dagegen an, dass durch die Solvatation der Kolloidteilchen, also durch ihr lyoptiles Verhalten, die hohe Viscosität verursacht würde.

Weitere Vorschläge zur Einteilung stützten sich darauf, dass man einen verschiedenen Aggregatzustand der Kolloidteilchen annahm. Man trennte die *Suspensoide*, bei denen feste Teilchen in der Flüssigkeit suspendiert sind, von den *Emulsoiden* ab, bei denen man eine Emulsion von flüssigen Tröpfchen in dem Dispersionsmittel annahm. Zu den Emulsoiden rechnet man wieder die organischen Kolloide, die hochviscose Lösungen geben, wie Kautschuk. [5] Weiter unterschied man zwischen reversiblen und irreversiblen Kolloiden, wobei zu den reversiblen wieder die typischen organischen Kolloide gehörten.

Ueber die eine Gruppe, die lyophoben Kolloide, hatte man

[1] H. STAUDINGER, « Ztschr. angew. Chem. », *49*, 801 (1936).

[2] Ueber Lösungsmittel mit besonders hohen Gefrierpunktskonstanten vgl. J. PIRSCH, B. *67*, 1115, 1303 (1934) und frühere Arbeiten.

[3] H. STAUDINGER, B. *59*, 3036 (1926); B. *63*, 2906 (1929).

[4] Diese Einteilung benutzt z. B. H. FREUNDLICH in seiner *Kapillarchemie*, Leipzig, 1932.

[5] Diese Einteilung findet sich bei KRUYT und KLOOSTER, *Colloids*, New York 1930; vgl. ferner WO. OSTWALD, *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen*, 1927, S. 33.

seit der Entdeckung des Ultramikroskops genauere Kenntnis; denn in diesen kolloiden Lösungen kann man seither Grösse, Bau und Zahl der Teilchen bestimmen und Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren und den physikalischen Eigenschaften ermitteln. Dagegen war bis vor kurzem die Kenntnis der zweiten Gruppe der Kolloide, der lyophilen Kolloide oder Emulsoide, also der charakteristischen organischen Kolloide, zu denen man Eiweissstoffe, Cellulose und Kautschuk rechnet, ausserordentlich mangelhaft, da man weder über Bau noch Grösse der Kolloidteilchen Angaben machen konnte; die früheren Auffassungen, die sich meistens auf Analogieschlüsse stützten, so z. B. die Annahme, dass in den Lösungen der Hochmolekularen, ähnlich wie in den Seifenlösungen Micellen als Kolloidteilchen vorliegen, und dass durch diese Micellen, die in mehr oder weniger gequollenem Zustand vorliegen, die merkwürdigen kolloiden Phänomene dieser Lösungen verursacht sind, [1] sind auf Grund der neueren Untersuchungen nicht haltbar. Die Konstitutionsaufklärung der hochmolekularen Stoffe im Sinne der Kékuléschen Strukturlehre [2] brachte vielmehr Aufklärung über die Natur der lyophilen Kolloide und zeigte, dass ganz andere Faktoren für die kolloiden Erscheinungen in diesen Lösungen massgebend sind. Diese neuen Kenntnisse forderten eine neue Einteilung der kolloiden Lösungen. [3]

Wenn man einen Ueberblick über die verschiedenen Phänomene in den kolloiden Lösungen gewinnen will, so ist es zunächst zweckmässig, dieselben in *anorganische und organische Kolloide* einzuteilen. Denn die anorganischen und organischen Verbindungen haben ein völlig verschiedenes Bauprinzip. Die wichtigen anorganischen Stoffe sind ausser den Elementen, Verbindungen mit heteropolarem Charakter, wie Salze, Säuren, Basen, Metalloxyde, etc. Für die organische Chemie dagegen sind die homoöpolaren Verbindungen charakteristisch, die aus wenigen Atomarten aufgebaut sind und die ihre Existenz der merkwürdigen Stabilität der C-C, resp. C-H, C-O und C-N-Bindungen verdanken. Wenn auch in der organischen Chemie ionogene Verbindungen vorkommen, so ist doch immer bei diesen der organische Rest, also das Kohlenstoffgerüst das besondere Kennzeichen. Eine Einteilung der anorganischen Kolloide soll hier nicht besprochen werden. In dem Zsigmondy'schen Buch [4] werden die anorganischen kolloiden Systeme nach dem chemischen Aufbau der Kolloidteilchen beschrieben, also Metalle, Metallhydroxyde, Salze, etc., getrennt behandelt.

[1] J. W. McBAIN, « Journ. Phys. Chem. », *30*, 299 (1926); K. H. MEYER, «Ztschr. angew. Chem. », *41*, 935 (1928).

[2] H. STAUDINGER, B. *59*, 3019 (1926).

[3] H. STAUDINGER, B. *62*, 2893 (1929) B. *68*, 1682 (1935); *Buch*, S. 140, Vgl. auch den 9. Internationalen Chemie-Kongress, Madrid, 1934.

[4] Vgl. R. ZSIGMONDY, *Kolloidchemie*, Leipzig, 1927.

Die organischen Kolloide haben besonderes Interesse, weil hierzu die wichtigsten Naturprodukte gehören: die hochmolekularen Substanzen, wie die Eiweisstoffe, Kautschuk, Guttapercha, und die Polysaccharide, wie Cellulose und Stärke, weiter die Seifen, viele Farbstoffe, endlich die zahlreichen natürlichen und technischen Emulsoide, wie Latex und Oelemulsionen, obwohl deren Teilchendurchmesser häufig so gross ist, dass er schon in das sichtbare Gebiet reicht.

Betrachtet man ein organisches Kolloidteilchen, so ist dasselbe in allen Fällen aus wenigen Atomarten, und zwar in der Regel aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoffatomen aufgebaut; ein Kolloidteilchen enthält je nach seiner Grösse 1000 bis 100 000 und noch mehr dieser Atome. Diese Atome können nun in ganz verschiedener Weise ein solches Kolloidteilchen aufbauen.

1. Einmal können sämtliche Atome, die ein solches Kolloidteilchen enthält, durch Hauptvalenzen untereinander verbunden sein; dann ist das Kolloidteilchen ein grosses Molekül, ein *Makromolekül.*[1] Ein solches Kolloidteilchen wird infolge der Stabilität der C-C-Bindungen eine gewisse Beständigkeit aufweisen; das physikalische und chemische Verhalten eines hochmolekularen Stoffes wird von dem Bau, der Grösse und der Gestalt seiner Makromoleküle abhängen, geradeso wie das physikalische und chemische Verhalten niedermolekularer Stoffe von Bau, Grösse und Gestalt ihrer Moleküle bedingt ist.

2. Bei einer zweiten Gruppe von Kolloidteilchen sind eine Reihe von Atomen durch Hauptvalenzen verbunden, bilden also wiederum Moleküle; diese Moleküle sind weiter unter sich durch van der Waals'sche Kräfte zusammengehalten. Damit ein solches Kolloidteilchen sich bilden kann, muss dasselbe elektrische Ladungen tragen, sonst ist es nicht beständig. Eine solche *organische Micelle* ist also aufgebaut aus kleinen organischen Molekülen; ihre Stabilität ist wie die der anorganischen « Micellen » an das Vorhandensein einer Schicht geladener Ionen an der Oberfläche geknüpft.

Dieser Unterschied im Aufbau führt zu einer Einteilung der organischen Kolloide in *Molekülkolloide* und *Micellkolloide.*[2] Beide Gruppen zeigen wesentliche Unterschiede in ihrem Verhalten. Molekülkolloide bestehen aus hochmolekularen Stoffen; es können von solchen Produkten naturgemäss nie niedermolekulare Lösungen erhalten werden, ohne dass eine Zerstörung des Makromoleküls vor sich geht. Auch Derivate derselben liefern kolloide Lösungen, falls nicht bei den chemischen Umsetzungen zur Herstellung derselben ein Abbau eingetreten ist.

[1] H. STAUDINGER u. J. FRITSCHI, « Helv. chim. Acta », *5*, 785 (1922); *Buch*, S. 8.
[2] H. STAUDINGER, B. *59*, 3019 (1926); B. *62*, 2893 (1929).

Ganz anders verhalten sich Micellkolloide, zu denen beispielsweise die Seifen, die Oelemulsionen und natürliche und synthetische Latices gehören. Diese Kolloide sind nur existenzfähig, wenn die Kolloidteilchen elektrische Ladungen tragen. Werden diese entfernt, so wird das kolloide System zerstört; ebenso wird es häufig zerstört, wenn der betreffende Stoff in ein anderes Lösungsmittel gebracht wird. So lösen sich die Seifen nur in Wasser kolloid, in Alkohol dagegen bilden sie normale Lösungen. Ein in Wasser emulgiertes Oel kann wiederum in Benzol normal gelöst werden. Interessant ist der Fall bei Kautschuk-Latex; seine Kolloidteilchen sind nach obiger Definition Micellen, da sie aus sehr vielen — schätzungsweise 10^7 - 10^9 Makromolekülen von Kautschuk zusammengesetzt sind. Löst man dagegen Kautschuk in Benzol oder einem ähnlichen Lösungsmittel, so erhält man die typische Lösung eines Molekülkolloids. Kautschuk kommt also in zweierlei kolloiden Lösungen vor, im Latex als Micellkolloid, in organischen Lösungsmitteln als Molekülkolloid.

Die Micellkolloide und Molekülkolloide sind natürlich wieder durch Uebergänge verbunden. Möglicherweise liegen solche bei den Eiweisstoffen vor; denn es ist denkbar, dass Makromoleküle durch Nebenvalenzen, die z. B. von den Hydroxylgruppen oder Aminogruppen ausgehen, zu grösseren Komplexen zusammengelagert werden. Schliesslich könnte das Kolloidteilchen eines Eiweissstoffes auch Salze aus hochmolekularen basischen und hochmolekularen sauren Anteilen darstellen. Um aber das Verhalten der Molekülkolloide und Micellkolloide kennen zu lernen, wird man zweckmässig zuerst möglichst einfach gebaute Stoffe betrachten, bei denen solche Komplikationen nicht vorliegen. Es sind dieses die hochmolekularen homöopolaren Kohlenwasserstoffe und ihre Derivate.

Für die Beständigkeit eines Kolloidteilchens und für sein Verhalten bei chemischen Reaktionen ist sein *innerer Aufbau* entscheidend. Für das kolloide Verhalten ist dagegen die *Form des Kolloidteilchens* mit verantwortlich. Betrachtet man hier die zwei extremen Fälle, so kann man kolloide Lösungen, deren Kolloidteilchen annähernd kugelförmig sind, von denjenigen unterscheiden, deren Kolloidteilchen eine langgestreckte fadenförmige Gestalt haben. Diese beiden kolloiden Lösungen zeigen infolge der verschiedenen Gestalt ihrer Kolloidteilchen grundverschiedenes Verhalten. Dieses führt zu einer weiteren *Einteilung der Kolloide in Sphärokolloide und Linearkolloide.* [1]

Lösungen der *Sphärokolloide* gehorchen dem Einstein'schen

[1] H. STAUDINGER, « Helv. chim. Acta », *15*, 213 (1932); Buch, S. 140, vgl. ferner den 9. Internationalen Chemie-Kongress in Madrid 1934. H STAUDINGER, B. *68*, 1682 (1935).

Gesetz. Danach ist die spez. Viscosität einer solchen Lösung nur abhängig vom Volumen der gelösten Phase, also von der Konzentration, unabhängig dagegen von der Grösse der Kolloidteilchen, [1] und zwar ist [2] η_{sp} (1 vol%)=0,025. Solche Kolloide können also nur niederviscose Lösungen liefern. 10% ige Lösungen sind nur wenig viscoser als das betreffende Lösungsmittel selbst. Sie zeigen weiter normale Strömungsverhältnisse, sind also Newton'sche Lösungen.

Lösungen der *Linearkolloide* können dagegen schon in geringer Konzentration ausserordentlich hochviscos sein; denn bei diesen ist die Viscosität nicht unabhängig von der Grösse der Kolloidteilchen, sondern sie nimmt ausserordentlich stark zu, je länger die fadenförmigen Kolloidteilchen sind. [3] In ganz verdünnter niederviscoser Lösung, im Gebiet der Sollösung, [4] steigt sie proportional mit der Länge der Fadenmoleküle an. In konzentrierteren, also häufig schon in 0,1 - 1%igen Lösungen nimmt die spez. Viscosität nicht mehr proportional der Konzentration zu, wie es bei Sollösungen der Fall ist, sondern sie wächst in diesen « Gellösungen » weit stärker an. [5] So trifft man hier das merkwürdige Phänomen, dass 1%ige Lösungen z. B. von Kautschuk in Benzol, von Nitrocellulose in Aceton oder von Cellulose in Schweizers Reagens eine Zähigkeit besitzen, die 100 mal grösser ist als die des Lösungsmittels selbst. Diese hohe Zähigkeit ist durch die langgestreckte Form der Kolloidteilchen bedingt, die sich schon in diesen verdünnten Lösungen gegenseitig stark behindern. Trotz dieser hohen Viscosität können niedermolekulare Stoffe wie Ionen und Farbstoffe in denselben mit der gleichen Schnelligkeit wandern, wie im niederviscosen Lösungsmittel selbst. Der Diffusion der kleinen Moleküle setzen also die wenigen gelösten langen Fadenmoleküle keinen bemerkbaren Widerstand entgegen. Dadurch unterscheiden sich diese Lösungen, die eine hohe spez. Viscosität haben, fundamental von den Flüssigkeiten, deren hohe absolute Viscosität durch die Flüssigkeitsmoleküle selbst bedingt ist, wie Glycerin oder Schmieröl. Diese hochviscosen Lösungen der Linearkolloide zeigen weiter anormale Strömungsverhältnisse. [6]

Dieser Unterschied in den kolloiden Erscheinungen tritt immer dann auf, wenn die Kolloidteilchen die genannten Unterschiede in der Form aufweisen, unabhängig davon, ob Micell- oder Molekülkolloide vorliegen. Man kennt also Linear- und Sphäro- Micellkolloide und Linear- und Sphäro- Molekülkolloide.

[1] M. BANCELIN, « Compt. rend. », *152*, 1382 (1911).
[2] Ueber die Umformung der Einstein'schen Gleichung vgl. B. *68*, 1691 (1935).
[3] H. STAUDINGER, « Ztschr. physikal. Chem. », (A) *153*, 391 (1931); *Buch*, S. 56.
[4] *Buch*, S. 131.
[5] *Buch*, S. 131.
[6] *Buch*, S. 92, 188.

Sphäro- Micellkolloide sind z. B. die Oelemulsionen, ferner natürliche und synthetische Latexsorten.[1] Die Stabilität der Kolloidteilchen wird hier durch eine Schutzschicht von Seifen resp. Eiweisstoffen bedingt. Die spez. Viscosität 1%iger Lösungen von Latexsorten ist annähernd 0,025 und unabhängig von der Grösse der Moleküle, die das Latextröpfchen aufbauen, wie z. B. an Lösungen von Latex von verschiedenen Polystyrolen verschiedenen Polymerisationsgrades nachgewiesen wurde. Löst man diese Polystyrole dagegen in Benzol, so erhält man Lösungen von Molekülkolloiden, die je nach der Länge der gelösten Moleküle bedeutende Unterschiede in der Viscosität ihrer 1%igen Lösungen aufweisen.[2]

TABELLE 1.

VERGLEICH DER SPEZ. VISCOSITÄT VON 1-PROZ. POLYSTYROL-LATEX UND VON 1-PROZ. POLYSTYROL-LÖSUNGEN IN BENZOL

	Mol. Gew. des Polystyrols	η_{sp} 1% des Latex	η_{sp} (1%) der Polystyrollösung.
Latex I	750 000	0,027	180,0
» II	400 000	0,028	32,6
» III	275 000	0,024	10,5
» IV	175 000	0,026	5,6

Linear- Micellkolloide sind vor allem die Seifen. Hier kommt es infolge der einseitigen Wachstumsrichtung beim Zusammenlagern der langgestreckten Moleküle von fettsaurem Alkali zur Bildung von fadenförmigen Micellen. Die Beständigkeit dieser Micellen wird durch die an der Oberfläche derselben liegenden Ionen bedingt. Die Fadenform der Micelle bedingt die hohe Viscosität der Seifenlösungen, die infolge der langgestreckte Gestalt Abweichungen vom Hagen-Poiseuille'schen Gesetz zeigen.[3] Da die einzelnen Fettsäuremoleküle nur durch schwache van der Waals'sche Kräfte in der Seifenmicelle zusammengehalten werden, so verursacht schon eine geringe Temperaturerhöhung eine weitgehende Zerstörung derselben, was in einer starken Erniedrigung der Viscosität zum Ausdruck kommt.

Für das Verhalten der Molekülkolloide ist einmal die Form der Kolloidteilchen bestimmend und weiter der innere Aufbau der

[1] H. STAUDINGER, B. *68*, 1682 (1935); H. STAUDINGER u. E. HUSEMANN, B. *68*, 1691 (1935); H. STAUDINGER, J. JOSEPH u. E. O. LEUPOLD, A. *488*, 150 (1931).

[2] H. STAUDINGER u. E. HUSEMANN, B. *68*, 1691 (1935).

[3] Allerdings sind hier die Viscositätserscheinungen, ebenso wie die Abweichungen vom Hagen-Poiseuille'schen Gesetz nicht so einfach zu beurteilen, wie die von rein homöopolaren Molekülen, da infolge der Ionen Schwarmbildungen eintreten, ähnlich wie dieses bei Lösungen von heteropolaren Molekülkolloiden beobachtet wird, vgl. *Buch*, S. 82, 92.

Makromoleküle. Bekanntlich werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften von homöopolaren organischen Stoffen dadurch weitgehend verändert, dass in denselben ionogene Gruppen substitutiert werden, beispielsweise COONa-Gruppen, SO_3Na-Gruppen, NH_3Cl-Gruppen. Man erhält so Salze von Säuren und Basen mit mehr oder weniger grossen organischen Resten. Die anorganischen Substituenten verleihen dem Gesamtmolekül einen « anorganischen Charakter », der dadurch zum Ausdruck kommt, dass die Flüchtigkeit der organischen Verbindung stark erniedrigt wird, die Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln herabgezetzt, dagegen die Löslichkeit in Wasser erhöht wird. Substituiert man in Makromolekülen eine genügende Zahl solcher ionogenen Gruppen, so erleidet die homöopolare hochmolekulare Verdindung genau die gleichen Veränderungen wie eine niedermolekulare. Ein in organischen Lösungsmitteln lösliches *homöopolares Molekülkolloid*, also ein *Organosol*, wird in ein *heteropolares Molekülkolloid* verwandelt, das nun in Wasser löslich, in organischen Lösungsmitteln unlöslich ist, ein *Hydrosol*.

Die gleiche Aenderung in der Löslichkeit von organischen Molekülkolloiden lässt sich auch durch genügende Substitution von Hydroxylgruppen erreichen. Beispiele dafür sind Stärke und Polyvinylalkohole, die ebenfalls Hydrosole darstellen, während ihre Ester Organosole sind. In ihrem kolloiden Verhalten zeigen aber diese hydroxylhaltigen Verbindungen mehr den Charakter von homöopolaren Molekülkolloiden, so dass sie dort behandelt werden.

Die Lösungen der *homöopolaren Molekülkolloide* verhalten sich grundverschieden, je nachdem Linearkolloide oder Sphärokolloide vorliegen. Dieses lässt sich am besten bei den Polysacchariden erkennen. Cellulose [1] und ihre Derivate sind typische Linearkolloide, Glycogen [2] dagegen ist ein Sphärokolloid. Die grossen Unterschiede in den Eigenschaften dieser beiden Gruppen von Molekülkolloiden gehen aus folgender Tabelle hervor. [3]

Betrachtet man zuerst die *Sphäro- Molekülkolloide*, also die Lösungen des Glycogens, so ähneln diese in vieler Hinsicht den Lösungen niedermolekularer Stoffe. [4] Die polymerhomologen Glycogene lösen sich ohne Quellungserscheinungen zu niederviscosen Lösungen, die dem Einstein'schen Gesetz annähernd gehorchen. Die spez. Viscosität der Lösungen von hoch- und niedermolekularen Vertretern, also z. B. von Glycogen vom Polymerisationsgrad 5000,

[1] H. STAUDINGER, « Svensk Kemisk Tidskrift » XLIX, 3 (1937).
[2] H. STAUDINGER, u. E. HUSEMANN, A. *530*, 1 (1937).
[3] H. STAUDINGER, « Naturwissenschaften » 25, 673 (1937).
[4] Dieses Verhalten hat im Zusammenhang mit einer Reihe chemischer Versuche früher dazu geführt, das Glycogen als niedermolekularen Stoff aufzufassen, vgl. W. N. HAWORTH, « Journ. Chem. Soc. », *1932*, 2277; *1937*, 577.

1700 und 400 ist annähernd dieselbe.[1] Das osmotische Verhalten solcher Glycogenlösungen, ebenso das seiner Acetate ist vollkommen normal. Die hoch- und niedermolekularen Vertreter sehen ungefähr gleich aus.

TABELLE 2.

KUGEL- UND FADENFÖRMIGE POLYSACCHARIDE UND EIWEISSTOFFE

	Sphärokolloide	Linearkolloide
Kohlehydrate	Glycogen und Derivate	Cellulose und Derivate
Eiweisstoffe	Ovalbumin, Hämoglobin, Myogen	Collagen, Myosin, Ovoglobulin
Aussehen im festen Zustand	pulvrig	faserig, zäh
Quellungsvermögen	quellen nicht	quellen stark
Viscosität einer 1-proz. Lösung	niederviscose Sollösungen, gehorchen dem Hagen-Poiseuille'schen Gesetz	hochviscose Gellösungen zeigen Abweichungen vom Hagen-Poiseuille'schen Gesetz
Osmotischer Druck	p : c = konstant	van't Hoff'sches Gesetz gilt nicht.

Ganz anders verhalten sich die *Linear- Molekülkolloide*. Typische Vertreter sind ausser den Cellulosen und ihren Derivaten Kautschuk, Guttapercha und weiter sehr viele synthetische Hochpolymere, wie Polystyrole, Polyvinylcetate, Polyvinylchloride usw. Bei allen diesen Linearkolloiden unterscheiden sich die Vertreter mit extrem langen Molekülen sehr weitgehend von solchen mit kürzeren. Das Aussehen der höchsten und niedersten Glieder einer polymerhomologen Reihe ist so verschieden, dass man gar nicht vermutet, Stoffe des gleichen Bauprinzips vorliegen zu haben. Diese Linearkolloide sind deshalb nach der Länge ihrer Moleküle in einzelne Untergruppen einzuteilen: in hemi-, meso- und eukolloide Stoffe.[2]

1. *Hemikolloide.* Es sind dieses Produkte bis zu einem Molekulargewicht von etwa 10 000, deren Moleküle eine Kettenlänge von 50-250 Å besitzen. Hemikolloide Produkte wie z. B. Cellulosederivate, Polystyrole, Polyindene sind pulvrig, hemikolloider Kautschuk klebrig. Alle Hemikolloide lösen sich ohne Quellungserscheinungen zu niederviskosen Lösungen auf, die dem Hagen-Poiseuille'schen Gesetz gehorchen.

2. *Mesokolloide.* Die Moleküle dieser Gruppe haben eine Länge von 250-2500 Å. Das Verhalten dieser Stoffe bildet einen Uebergang von den Hemi- zu den Eukolloiden.

[1] H. STAUDINGER, B. *62*, 2893 (1929); H. STAUDINGER, B. *68*, 1682 (1935).
[2] H. STAUDINGER, u. E. HUSEMANN, A. *530*, 1 (1937).

3. *Eukolloide.* Die Fadenmoleküle der Eukolloide besitzen eine Länge von über 2500 Å; sie kann bis 1μ und mehr betragen. Für die festen Stoffe ist eine fibrilläre Struktur charakteristisch und zwar tritt diese sowohl bei Naturprodukten als auch bei synthetischen Produkten auf. [1] Aus diesen Stoffen lassen sich brauchbare Fasern und Filme formen. Die Festigkeitseigenschaften dieser Fasern sind umso ausgesprochener, je höher der Polymerisationsgrad ist. [2] Viele eukolloide Produkte zeigen weiter elastische Eigenschaften. [3] Diese Eukolloide lösen sich unter starken Quellungserscheinungen [4] zu hochviscosen Lösungen auf, [4] die 100 und mehr mal viscos sein können, als das Lösungsmittel selbst. Diese « Gellösungen » [4] sind ein für eukolloide Stoffe mit Fadenmolekülen charakteristischer Lösungzsutand, der dadurch gegeben ist, dass die Moleküle wohl solvatisiert sind, aber wegen gegenseitiger Behinderung keine freie Beweglichkeit in der Lösung besitzen. Solche Gellösungen lassen sich aus Sphärokolloiden nicht herstellen, ebenso nicht aus niedermolekularen Stoffen. Nur sehr niederviscose Lösungen von Linearkolloiden, die eine spez. Viscosität von 0,2 und weniger besitzen, verhalten sich wie normale Lösungen. Aber solche « Sollösungen » [4] sind ausserordentlich verdünnt und sind bei Hochmolekularen nur 0,1 prozentig oder noch weniger konzentriert. Die Lösungen aller Eukolloide zeigen weiter Abweichungen vom Hagen-Poiseuille'schen Gesetz, die dadurch hervorgerufen werden, dass die Fadenmoleküle in Lösung durch die strömende Flüssigkeit orientiert werden. [5] Diese Abweichungen sind umso beträchtlicher, je länger die Fadenmoleküle sind; sie werden deshalb als *makromolekulare Viscositätserscheinungen* bezeichnet. [6] Endlich treten bei Lösungen dieser Verbindungen anormale osmotische Erscheinungen auf, die dadurch charakterisiert sind, dass mit steigender Konzentration der osmotische Druck nicht proportional derselben, sondern weit stärker zunimmt. [7]

Charakteristisch für Eukolloide ist weiter die Tatsache, dass ihr gesamtes Verhalten durch kleinste Stoffmengen leicht beeinflusst und wesentlich verändert werden kann. So genügen z. B. Spuren von Oxydationsmitteln, um ein Cellulosemolekül vom Polymerisationsgrad 2000 durch « Mittenspaltung » in Moleküle vom halben

[1] H. STAUDINGER, M. STAUDINGER u. E. SAUTER, « Ztschr. physikal. Chem. », (B), *37*, 403 (1937); ferner Melliand Textilber. *18*, 849 (1937).

[2] H. STAUDINGER, u. M. SORKIN, B. *70*, 1565 (1937); H. STAUDINGER, M. SORKIN u. E. FRANZ, Melliand Textilber., *18*, 681 (1937).

[3] B. *63*, 923 (1930); *Buch*, S. 121.

[4] Buch, S. 131, 138; « Kolloid-Z. », *54*, 135 (1931).

[5] R. SIGNER, « Ztschr. physikal. Chem. », (A) *150*, 257 (1930); R. SIGNER u. H. GROSS, « Ztschr. physikal. Chem. », (A) *165*, 161 (1933); H. Staudinger, *Buch*, S. 188.

[6] H. STAUDINGER u. H. MACHEMER, B. *62*, 2921 (1929); *Buch*, S. *92*, 188; H. STAUDINGER u. M. SORKIN, B. *70*, 1993 (1937).

[7] H. STAUDINGER, u. G. V. Schulz, B. *68*, 2320 (1935); B. *68*, 2336 (1935).

Polymerisationsgrad zu zerlegen.[1] Die Wirkung dieser Spaltung auf das physikalische Verhalten ist sehr beträchtlich, denn die Viscosität der « Sollösungen » wird dadurch auf die Hälfte erniedrigt.[2]

Noch viel auffälliger sind die Veränderungen, die ein Eukolloid dadurch erleidet, dass die einzelnen Fadenmoleküle stellenweise untereinander verkettet werden. Bei der grossen Länge dieser Fadenmoleküle können schon die geringsten Spuren eines Stoffes solche Verkettungen herbeiführen. Nähere Untersuchungen liegen über die Verkettung der Polystyrolmoleküle durch geringe Mengen Divinylbenzol vor.[3] Hier zeigt sich, dass mit wachsender Länge der Polystyrolmoleküle immer geringere Mengen Divinylbenzol notwendig sind, um eine « Brückenbildung » zwischen den langen Molekülen herbeizuführen. Dadurch wird das ganze physikalische Verhalten sehr erheblich beeinflusst: das *lösliche, unbegrenzt quellbare* Kolloid, das gewöhnliche Polystyrol wird durch geringe Mengen Divinylbenzol in ein *unlösliches, begrenzt quellbares* Kolloid übergeführt. Solche Verkettungen wurden bei den verschiedensten Stoffen mit langen Fadenmolekülen beobachtet, und erfolgen z. B. bei der Umwandlung des löslichen Kautschuks in unlöslichen.[4]

Zu den *heteropolaren Molekülkolloiden* gehören vor allem die Eiweisstoffe. Doch ist bei diesen nicht mit derselben Sicherheit der Nachweis geführt worden, dass die in Lösung befindlichen Kolloidteilchen Makromoleküle sind. Dazu gehören eingehendere chemische Untersuchungen, wie z. B. die Ueberführung in polymeranaloge Produkte.

Die Kolloidteilchen der Eiweisstoffe können auch wieder die verschiedensten Formen besitzen. Eiweisstoffe wie Ovalbumin, Hämoglobin, Myogen sind Linearkolloide, Ovoglobulin, Myosin, Collagen sind Sphärokolloide.[5] Die beiden Gruppen zeigen dieselben Unterschiede im Aussehen, Quellungsvermögen, der Viscosität ihrer Lösungen und dem osmotischen Verhalten wie die linearkolloiden und sphärokolloiden Polysaccharide. (Vgl. Tab. 2).

Typische heteropolare Molekülkolloide lassen sich leicht synthetisch gewinnen, so z. B. die polyacrylsauren Salze.[6] Diese syn-

[1] H. STAUDINGER, « Svensk Kemisk Tidskrift », XLIX, 3 (1937).

[2] Noch stärker ist durch eine derartige. Spaltung von Fadenmolekülen die Erniedrigung der Viscosität in Gellösungen, als in ½ bis 1%igen Lösungen.

[3] H. STAUDINGER u. W. HEUER, B. *67*, 1164 (1934); H. STAUDINGER u. E. HUSEMANN, B. *68*, 1618 (1935); H. STAUDINGER, W. HEUER u. E. HUSEMANN, « Trans. Far. Soc. », *32*, 323 (1936).

[4] H. STAUDINGER, u. E. O. LEUPOLD, *Buch*, S. 442; H. STAUDINGER, u. H. F. BONDY, A. *488*, 153 (1931).

[5] Vgl. R. SIGNER u. G. BOEHM, « Helv. chim. Acta », *14*, 1370 (1931); E. v. MURALT u, J. T. EDSALT, « J. of Biol., Chem. », *89*, 351 (1931); H. STAUDINGER u. G. V. SCHULZ, B. *68*, 2336 (1935); F. HAUROWITZ, « Kolloid-Z. », *74*, 217 (1936).

[6] H. STAUDINGER u. E. TRECH, « Helv. chim. Acta », *12*, 1107 (1929); H. STAUDINGER u. H. W. KOHLSCHÜTTER, B. *64*, 2091 (1931); H. STAUDINGER u. E. TROMMSDORFF, *Buch*, S. 333; W. KERN, « Ztschr. physikal. Chem. », (A) *181*, 249 (1938). Vgl. das Verhalten von hochmolekularen Polyammonium-Verbindungen. H. STAUDINGER u. H. v. BECKER, B. *70*, 879 (1937).

thetisch erhaltenen Produkte sind Linearkolloide, und an diesen konnte das Verhalten der hochmolekularen Säuren resp. hochmolekularen Basen und ihrer Salze studiert werden. Das Viscositätsverhalten ist hier weit komplizierter als bei homöopolaren Verbindungen; denn die hohe Viscosität der Lösungen rührt nicht nur von der Länge der Fadenmoleküle, der Makromoleküle her, sondern auch von der Bildung von Schwärmen, von « Ionenwolken » aus diesen Fadenionen; diese Erscheinungen führen zu einer beträchtlichen Viscositätserhöhung. Darum ändert sich auch hier die Viscosität mit zunehmender Konzentration in ganz anderer Weise wie bei homöopolaren Molekülkolloiden. In ganz verdünnten Lösungen, in denen starke Dissoziation eintritt, sind die $\frac{\eta_{sp}}{c_{gm}}$ -Werte weitaus die grössten, um mit zunehmender Konzentration abzusinken und erst bei sehr hoher Konzentration wieder anzusteigen. Weitere Untersuchungen zeigten, dass diese Viscositätserscheinungen komplexer Natur sind und vor allem aus zwei « Teilen » bestehen, einem « makromolekularen » und einem « polyionischen » Teil.[1] Die Abweichungen vom Hagen-Poiseuille'schen Gesetz sind bei Lösungen heteropolarer Molekülkolloide mit Fadenmolekülen ganz besonders stark, weil infolge der Schwarmbildung weitere Störungen in der Lösung eintreten. Die durch die Schwarmbildung zwischen den Fadenionen verursachten Störungen wurden als *polyionische Viscositätserscheinungen* bezeichnet.[2] So liefert die Konstitutionsaufklärung der Hochmolekularen eine wichtige Erkenntnis gerade für die anormalen Strömungsverhältnisse dieser kolloiden Lösungen, die früher unverständlich blieben.

Zum Schluss sei durch eine Tabelle die Einteilung der Kolloide nach diesen neuen Gesichtspunkten wiedergegeben.

TABELLE 3.

EINTEILUNG DER KOLLOIDE.

A. Anorganische Kolloide:
   I. Sphärokolloide: geben niederviscose Lösungen (z. B. kolloide Metalle).
   II. Linearkolloide: geben hochviscose Lösungen (z. B. Kieselsäuren).
B. Organische Kolloide:
   I. Teilchen besteht aus vielen Molekülen: Micellkolloide:
      a) Sphärokolloide: Latex (niederviscos)
      b) Linearkolloide: Seifen (hochviscos)
   II. Teilchen ist identisch mit einem Molekül, ist also ein Makromolekül: Molekülkolloide:
      1. homöopolare Molekülkolloide
      2. heteropolare Molekülkolloide.

[1] W. KERN, « Ztschr. physikal. Chem. », (A) *181*, 249 (1938).
[2] H. STAUDINGER u. E. TROMMSDORFF, *Buch*, S. 95 und 358.

Jede Untergruppe von wird eingeteilt in:

a) Sphärokolloide: geben niederviscose Lösungen.

b) Linearkolloide:

α) Hemikolloide (Moleküllänge < 250 Å): geben ohne Quellung niederviscose Newton'sche Lösungen.

β) Mesokolloide (Moleküllänge 250-2500 Å): Uebergänge.

γ) Eukolloide (Moleküllänge > 2500 Å): geben unter Quellung hochviscose nicht Newton'sche Gellösungen.

Zusammenfassend lässt sich für die neuere Entwicklung der organischen Kolloidchemie folgendes sagen. Das Verhalten der organischen Kolloide lässt sich nur dann ergründen, wenn der Aufbau ihrer Kolloidteilchen nach den Methoden der organischen Chemie aufgeklärt wird. Dann ergeben sich bei den makromolekularen Stoffen übersichtliche Beziehungen zwischen ihren physikalischen Eigenschaften und der Grösse und Gestalt ihrer Makromoleküle. Zur Aufklärung der kolloiden Phänomene wird also hier in der gleichen Weise verfahren wie beim Studium der physikalischen Eigenschaften niedermolekularer Verbindungen. Wie in den homologen Reihen letzterer Zusammenhänge zwischen Flüchtigkeit und Löslichkeit der einzelnen Stoffe, der Viscosität ihrer Lösungen und dem Bau und der Grösse ihrer Moleküle bestehen, so finden wir auch in den polymerhomologen Reihen der Hochmolekularen Beziehungen zwischen dem physikalischen Verhalten der festen Stoffe und den kolloiden Eigenschaften ihrer Lösungen und der Grösse ihrer Makromoleküle. So wird das Gebiet der organischen Molekülkolloide ein Gebiet der organischen Chemie, das nach deren Methoden erforscht werden muss.

Freiburg im Breisgau, Universität, Chemisches Laboratorium.

H. STAUDINGER

DE L'INFLUENCE DES HORMONES ANIMALES SUR LES PLANTES

Depuis qu'on a découvert dans la plante une substance identique à l'oestrol qui constitue l'élément le plus important de l'hormone folliculaire, on n'a cessé de se demander si cette hormone sexuelle animale n'exerce pas également une fonction déterminée dans la plante. Or, malgré ce qu'on avait pu espérer au début, on n'a pas réussi à lui assigner une action spécifique. On a trouvé cependant que chez les plantes supérieures l'hormone folliculaire est capable d'accroître la production de substance organique, de façon à provoquer une croissance plus intense et une accélération du développement des fleurs, de même que, dans certains cas, une augmentation du nombre de celles-ci. Il est vrai que, pour obtenir ces résultats, des quantités de substances non-physiologiques sont nécessaires. On connaît cependant des cas où, dans des cultures d'organismes hétérotrophes et d'organes isolés de plantes des traces d'oestrone ont exercé une action favorable sur la production de substance sèche et sur la croissance, ce qui permet de considérer l'oestrol non seulement comme une hormone sexuelle animale, mais aussi comme une hormone de la croissance végétale. L'action exercée sur les plantes par d'autres hormones animales, et plus particulièrement par la thyroxine, semble, quant à l'essentiel, être la même que celle de l'hormone folliculaire. Ces substances, non-végétales, sont également capables d'accroître la production de substance sèche et d'accélérer le processus de développement et peuvent, pour cette raison, être considérées, par rapport à la plante, comme des facteurs de croissance, au sens large du mot.

L'organisme vivant nous étonne sans cesse par son harmonieuse « totalité » qui se manifeste dans la rigoureuse coordination qui existe entre les fonctions de ses organes. Dans le règne végétal cette coordination nous apparaît avec une évidence particulière, depuis qu'on a découvert qu'il existe également dans les plantes une régulation chimique des processus vitaux par les hormones qui, en tant que substances mobiles, assurent l'unité de l'organisme en reliant les unes aux autres ses différentes parties. En 1921, Haberlandt [1] avait proposé pour les substances sous l'influence desquelles se produisent les divisions cellulaires, le terme d'hormones végétales, admettant ainsi l'existence d'actions hormonales dans ceux des processus vitaux de la plante dans lesquels elles se sont avérées depuis comme les facteurs les plus importants: nous voulons parler des phénomènes de la croissance. On applique aujourd'hui la notion de phytohormone aux substances qui sont formées par la plante et qui, en quantités extrêmement petites, règlent la croissance. Alors que les hormones animales influent sur les processus les plus variés (et nous rappellerons à ce propos non seulement leur action sur la croissance et le développement, mais aussi la régulation de la pression sanguine par l'adrénaline et celle de la teneur du sang en sucre par l'insuline), nous ne connaissons pas dans la plante d'autres processus à régulation hormonale en dehors de ceux de la croissance. Toutes les phytohormones connues jusqu'à ce jour sont des hormones de croissance.

[1] Beitr., z. allg. Bot., 2.

C'est pour deux raisons qu'une influence des hormones animales sur les processus vitaux des plantes paraît possible. D'une part, les processus fondamentaux de la substance vivante sont analogues dans tous les organismes; on pourrait donc admettre que certaines substances exercent une action semblable sur les animaux et sur les plantes, avec cette réserve toutefois que l'analogie, étant donné les différences entre les processus vitaux en particulier, ne pourrait être qu'éloignée. D'autre part, la croissance végétale n'obéit pas seulement aux hormones de croissance qui sont synthétisées dans la plante même, mais on a découvert au cours de ces dernières années, des substances, dont le nombre va en augmentant sans cesse, substances organiques et non-végétales, qui sont capables d'influer sur la croissance de la plante de la même manière, quoique avec des différences de degré, que les auxines, les substances de croissance formées par la plante même. Pourquoi, par analogie avec ces effets, les zoohormones n'exerceraient-elles pas une action du même genre?

C'est en partant de l'unité des phénomènes biologiques qu'on a entrepris les premières recherches sur l'influence des hormones animales sur les plantes, dans l'espoir d'y trouver une action spécifique de ces substances. Il y a un domaine où cette attente se justifiait plus que dans tous les autres. Depuis 1926 on a découvert dans de différents organes des plantes les plus variées des substances provoquant chez les souris châtrées les mêmes réactions que l'hormone folliculaire qui stimule dans l'organisme animal le développement des caractères sexuels secondaires, les processus qu'on réunit sous le terme d'oestrus. Et l'on s'est demandé si ces substances remplissent dans la plante une fonction définie, une fonction dont l'importance égale peut être celle de la même substance dans l'organisme animal. La question devint encore plus urgente, lorsqu'on constata que ces substances oestrogènes d'origine végétale sont identiques à l'oestrol qui est l'élément le plus important de l'hormone folliculaire. Ne serait-il pas possible que ces substances impriment une impulsion au développement soit de la fleur, soit du fruit? La constatation d'une action pareille confirmerait l'ancienne hypothèse de Sachs d'après laquelle la formation de fleurs serait due à l'action de substances spécifiques, hypothèse qui est redevenue de toute actualité depuis la découverte des hormones de croissance. Rien d'étonnant si les premiers travaux accomplis dans cette voie par Schœller et Goebel [1] ont suscité autant d'intérêt que soulevé de critiques. Il s'agissait d'expériences de culture faites sur diverses plantes qu'on arrosait avec de l'eau additionnée d'hormone folliculaire (au debut on s'est servi du progynon technique, produit commercial contenant de l'auxine, plus tard du progynon cristallisé, sans auxine). On a obtenu ainsi

[1] Biochem. Ztschr., 240, 1931. — *ibid.*, 251, 1932. — *ibid.*, 272, 1934. — *ibid.*, 278, 1935.

une accélération de la croissance et de la floraison des jacinthes; des fuchsias et des primevères, qui formaient leurs fleurs pendant la durée des expériences montrèrent en même temps une augmentation de la production en fleurs alors que chez les tomates on a observé un plus grand rendement en fruits. L'action spécifique de l'hormone folliculaire sur la florescence sembla ainsi établie et fut admise par les deux auteurs, au sens d'un effet identique de cette hormone sur l'animal et sur la plante. En plus de son importance biologique, cette constatation fournit à l'agriculture et à l'horticulture une chance d'augmenter le rendement en fleurs et en fruits, à l'aide d'une hormone animale.

L'étude ultérieure du problème a cependant apporté certaines déceptions. Il est aujourd'hui hors de doute que l'hormone folliculaire possède le pouvoir d'accélérer la croissance et le développement et d'intensifier aussi, malgré de nombreux échecs, la formation de fleurs et la production de fruits. Et, contrairement à certains critiques, ce n'est pas à l'auxine du progynon technique en premier lieu qu'on est redevable de ces effets, puisque les cristallisats exempts d'auxine donnent en général les mêmes résultats. Les effets doivent réellement être attribués à l'hormone folliculaire. Mais on connaît encore très peu les conditions dans lesquelles un traitement hormonal est efficace. Actuellement le nombre des expériences n'ayant pas donné de résultats satisfaisants est presqu'aussi grand que celui des expériences ayant été couronnées de succès, de sorte que ces dernières peuvent encore, à la rigueur, être considérées comme d'heureux hasards. C'est surtout pour la production des fleurs que les résultats semblent être moins sûrs que pour la croissance végétative. La conception d'une action spécifique de l'hormone folliculaire sur la formation des fleurs est surtout celle des biochimistes. [1] Les botanistes, en général, admettent que l'action immédiate de l'hormone consiste dans une stimulation de la croissance, et que c'est seulement à la suite de celle-ci que peuvent survenir une accélération et une augmentation de la florescence.

Les résultats obtenus avec le paturin des Alpes, Poa alpina L, par un traitement d'hormone folliculaire, [2] pourront élucider le problème en question. Cette espèce se présente dans une variété fertile (f. fructifera) en fleurs et graines normales, et deux formes stériles (f. vivipara et intermedia), ne se propageant que d'une façon asexuée, par l'intermédiaire de bulbilles. Celles-ci se développent dans les inflorescences, chaque épillet se transformant, par la métamorphose de ses glumes en feuilles, en une jeune plante qui se détache et prend racine immédiatement. Les fleurs qui sont formées restent stériles

[1] SCHOELLER und GOEBEL, Biochem. Ztschr., 278, 1935.
[2] ZOLLIKOFER, Ber. Deutsch. Bot. Ges., 54, 1936. — Verhandl. Schweizer Naturfor. Ges., 1937.

et, pour la plupart, rudimentaires. En cultivant ces plantes dans du sable de quartz pur et en les arrosant journellement avec une solution nutritive, additionnée de progynon pur, exempt d'auxine, on obtient dans toutes les trois variétés une intensification considérable de la croissance et du développement; il en résulte, en outre, chez les formes vivipares, un accroissement de la production de bulbilles, celles-ci étant deux ou trois fois plus nombreuses que chez les plantes non traitées, et, quoiqu'à un moindre degré, une augmentation du nombre de fleurs. Dans la variété *fructifera* cependant, on n'observe pas un rendement plus grand de semences. On se trouve ainsi en présence du phénomène paradoxal que c'est surtout à la reproduction asexuée que l'hormone folliculaire imprime une réelle impulsion tandis que, dans les mêmes conditions de culture, la fertilité normale n'en paraît pas stimulée. Les déterminations du poids sec des plantes après 7 à 8 semaines de traitement avec l'hormone ont montré que dans toutes les trois variétés la production de matière organique, qui peut être vérifiée numériquement par le poids sec, se trouvait accrue, grâce au «fumage» avec l'hormone. Le poids moyen de matière sèche monte avec l'augmentation des doses journalières d'hormone; avec les doses maximales, l'accroissement de poids dépassait de 96% le poids constaté dans les plantes de contrôle. C'était encore sur les bulbilles, organes de la reproduction végétative, que portait l'augmentation relative de poids la plus grande.

Il a été impossible d'exercer, par l'hormone folliculaire, une influence sur la tendance sexuelle des fleurs unisexuées. Orth [1] cependant a réussi, par ce procédé, à obtenir une augmentation du nombre des prothalles femelles chez la prèle. Par la culture dans une solution de progynon il obtint 50% d'individus femelles; avec des cultures de contrôle sans progynon le nombre d'individus femelles ne fut que de 11%. Tout impressionnante que paraisse cette influence sur les rapports numériques des sexes, elle comporte une explication très simple: dans le développement des prothalles de la prèle, c'est uniquement le régime alimentaire qui détermine la proportion des sexes. C'est seulement avec une bonne nutrition qu'on obtient la proportion optimale, soit 50:50; autrement ce sont les prothalles mâles qui prédominent. L'hormone folliculaire agit donc directement sur les processus de nutrition, et c'est seulement par l'intermédiaire de ceux-ci qu'elle influe sur la formation des organes sexuels. Les prothalles femelles doivent, pour la nutrition de l'embryon, être munies de quantités considérables de réserves, dont l'élaboration est évidemment favorisée par le progynon.

Toutes ces actions si différentes de l'hormone folliculaire se

[1] Ztschr. f. Bot., 27, 1934.

laissent facilement reduire à un dénominateur commun, si l'on voit dans la production de substance sèche le processus qui subit directement l'action de l'hormone folliculaire. Une formation accrue de matières organiques aura toujours pour effet une croissance plus intense et un développement plus rapide, mais elle peut tout aussi bien être la cause d'une floraison hâtée et d'une production plus abondante de fleurs et de fruits. Sans doute, l'action primaire de l'hormone folliculaire sur la plante consiste dans une élaboration accrue de matière, tandis que l'intensification des processus de développement, qu'ils soient de nature végétative ou sexuelle, n'en est qu'un effet secondaire. Mais ce qui échappe encore à notre connaissance, ce sont les conditions dans lesquelles les uns sont plus fortement stimulés que les autres. Nous ignorons de même lequel des processus qui sont à la base de la production de substances organiques subit l'action de l'hormone folliculaire: si c'est celui de l'assimilation d'acide carbonique, ou celui de l'absorption de sels alimentaires ou enfin les processus ultérieurs du métabolisme constructif.

L'état actuel de nos connaissances ne nous autorise donc pas à admettre une action spécifique de l'hormone folliculaire sur l'organisme de la plante. Il est impossible de la considérer comme l'hormone de floraison dont l'existence a été rendue probable par Cajlachjan, [1] Melchers [2] et d'autres. Mais les effets observés sont-ils vraiment de nature typiquement hormonale? La plus petite dose d'oestrol qui provoque chez la souris châtrée des manifestations oestriques, c'est-à-dire l'unité-souris, est de 0,0001 milligr. (0.1γ). Chez les plantes supérieures, au contraire, il faut des doses de 45à 450 unités *par jour* pour provoquer des effets. Les plantes de l'auteur ont reçu, pendant la durée des expériences, des quantités d'hormones correspondant à 0,9-2,3 milligr. par plante, c'est-à-dire des doses à propos desquelles on ne peut guère admettre l'idée d'action hormonale. Qu'est-ce qu'elles deviennent dans la plante? Dans les tissus des jacinthes cultivées avec une addition d'hormone folliculaire on ne retrouve pas l'hormone disparue de l'eau nutritive. [3] Dans des extraits de Phycomyces Blakesleeanus, champignon de moisissure, qui a besoin, pour son développement, de traces de vitamine B_1 dans son milieu de culture, cette substance ne se manifeste pas non plus dans le test animal. [4] Nous avons cependant une idée de ce qu'elle devient: elle disparaît, très probablement, pour entrer dans la co-carboxylase, ferment du métabolisme des hydrates de carbone. Il se pourrait de même que les grandes quantités d'hormone folliculaire qu'il faut, contrairement aux règles physiologiques, pour sti-

[1] C. R. Acad. Sc. U.R.R.S., 4, 1936.
[2] Biolog. Zentralbl., 57, 1937.
[3] v. EULER und ZONDEK, Biochem. Ztschr., 271, 1934.
[4] SCHOPFER, Ber. Schweiz. Bot. Ges., 47, 1937.

muler la synthèse des matières organiques dans la culture des plantes supérieures, sont utilisées dans le métabolisme, soit à titre d'aliment spécifique, soit pour la formation d'un des bio-catalyseurs des processus assimilateurs.

Il y a toutefois des cas où des doses réellement hormonales de quelques γ, voire des fractions de γ, d'oestrol agissent en stimulatrices de la croissance. Tel est le cas de certaines espèces sauvages de levure, [1] dont on peut ainsi augmenter l'élaboration de matière vivante; tel est également le cas, dans la culture d'organes isolés, de pointes de racines [2] ou d'embryons de pois, tirés des semences gonflées et privés de leurs cotylédons et, par cela, de leurs réserves. [3] Incapables de se nourrir en autotrophes, ces deux plantes peuvent être cultivées par un régime d'alimentation hétérotrophe sur un milieu sucré. Des traces d'oestrol exercent une action stimulante sur la croissance et la production de matière organique par des racines isolées. Le développement des embryons toutefois n'a lieu qu'en présence d'une trace d'un facteur de croissance, soit la vitamine C, la vitamine B_1, la biotine, hormone la plus importante de la production de substance sèche, ou encore l'oestrol. L'augmentation de substance ainsi obtenue est beaucoup plus considérable, lorsqu'on associe l'oestrol aux deux vitamines.

Ici encore l'oestrol apparaît comme un stimulant de la production de matière sèche, et cela au même titre que deux substances qui sont formées dans la plante même et qui pendant longtemps n'ont été connues qu'en tant que vitamines indispensables à l'alimentation de l'homme et des animaux. C'est seulement depuis quelques années qu'on a reconnu leur importance pour les plantes, en tant que stimulants de la germination des graines [4] et de la croissance. [5] Étant donné que, pour produire ces effets, il en suffit de doses minimes, il faut leur attribuer, par rapport aux plantes, le rôle d'hormones. De même que la vitamine B_1, l'oestrol existe dans la semence, toutefois en quantités encore plus petites que celles qui se sont révélées comme optimales pour le développement de l'embryon isolé de pois. Mais l'oestrol, en tant qu'hormone sexuelle, se rapproche étroitement des stérines également très répandues dans les plantes. Il est probable que celles-ci pourront, au besoin, en produire davantage, peut-être dès la phase de germination. Comme les vitamines que nous venons de nommer, l'oestrol représente, elle aussi, dans la plante, une hormone de la production de matière sèche, un facteur de croissance faisant partie du groupe *bios*; comme telle, elle stimule également

[1] WEBER, C. R. Acad. Sc. Paris, 202, 1936.
[2] FIEDLER, Ztschr. f. Bot., 30, 1936.
[3] KÖGL und HAAGEN SMIT, Ztschr. physiol. Chem., 243, 1936. — BONNER und AXTMANN, Nat. Acad. Sc., U. S. A., 1937.
[4] KÖGL und HAAGEN SMIT, *loc. cit.*
[5] v. HAUSEN, Biochem. Ztschr., 288, 1936.

les processus de la croissance et du développement, et l'on peut admettre que cette fonction lui incombe d'une façon générale dans l'élaboration de matière organique par la plante, peut-être en collaboration avec d'autres substances actives du même groupe.

La grande différence qui existe entre la quantité optimale d'oestrol que nécessite l'alimentation hétérotrophe et celle qu'exige la nutrition autotrophe s'explique peut-être par le fait que, dans le premier cas, l'oestrol se présente comme une véritable phytohormone; ce n'est que dans les plantes vertes qui assimilent et où elle ne se montre active qu'à des doses relativement élevées, qu'on lui attribuera plutôt le rôle d'une substance nutritive spécifique, tout comme au méso-inositol qui paraît associé à la biotine pour la production de substance organique. Ce ne serait pas le seul cas d'activité double. Kisch [1] l'admet de même pour les acides animés de l'organisme animal qui s'y trouvent jouer le rôle de substances formatives, mais exercent également une action hormonale sur le métabolisme cellulaire.

Si la difficulté d'obtenir l'hormone folliculaire chimiquement pure a été, lors des premières expériences avec cette substance active, de nature à rendre les résultats plus ou moins incertains, il en est de même, et à un degré plus prononcé encore, pour d'autres hormones animales qu'on n'a pas réussi, jusqu'à ce jour, à obtenir à l'état pur. Voilà pourquoi bien peu de ce qui a été constaté concernant leur influence sur les plantes saurait résister à la critique. Les effets de l'insuline, de l'adrénaline, des diverses hormones hypophysaires n'ont été étudiés qu'avec des extraits d'organes ou des préparations techniques. Même ces dernières contiennent encore tant de substances indésirables, entre autres d'autres hormones du groupe bios, telles que la Biotine et la vitamine B_1, que les résultats de ces expériences ne doivent être considérés que *cum grano salis*. Seule la thyroxine constitue sous ce rapport une exception, puisque nous en disposons à l'état pur. Ses effets sur la plante ou ses organes isolés auxquels on l'administre avec l'eau d'alimentation peuvent être caractérisés comme des effets d'une stimulation des processus de la croissance et du développement: la stimulation de la croissance chez les plantules, [2] l'éclosion forcée de bourgeons au repos, et l'épanouissement accéléré de leurs feuilles et fleurs, [3] le développement plus rapide des plantes à bulbes, les narcisses présentant en même temps, sous l'influence de la thyroxine, [4] une augmentation de poids sec, enfin un développement accéléré de racines sur les boutures de saules et peupliers. [5] Les doses efficaces sont à peu près du même ordre

[1] Protoplasma, 25, 1936.
[2] RODECURT, Centralbl. f. Gynaekol., 56, 1932.
[3] HYKES, C. R. Soc. Biol. Paris, 113, 1933.
[4] DAVIS, Plant Physiol., 9, 1934.
[5] HYKES, *loc. cit.*

que celles de l'oestrol, l'efficacité augmentant avec le degré de concentration et les quantités optimales de 0.01-1 milligr. étant en partie assez élevées. Les analogies avec les effets d'un traitement par l'hormone folliculaire sont frappantes.

Les analogies réapparaissent dans les expériences avec d'autres zoohormones, pour autant que l'on réussit à dégager du chaos des données contradictoires des rapports plus ou moins clairs: on constate, dans ces cas encore, une influence sur la croissance, depuis la germination des graines jusqu'à la formation et au développement des fleurs. Chaque phase de la genèse se montre accessible à l'influence de plusieurs hormones. L'adrénaline, l'insuline et l'hypophysine [1] exercent la même action stimulante que les solutions de thyroxine. Sous l'influence du Prolan A, de même que sous celle de la Mascrine et de l'Ovarine, [2] on observe, chez l'avoine, une intensification de la croissance, une production plus grande d'inflorescences et une augmentation du poids sec. La formation de racines peut également être stimulée par l'insuline, l'adrénaline, l'hypophysine.

En jetant un coup d'œil d'ensemble sur les effets plus ou moins certains qu'exercent sur les plantes de diverses hormones animales, on est frappé par l'uniformité de ces effets. On serait tenté de les mettre sur le compte de certaines substances auxiliaires, de caractère ubiquitaire, si l'on ne connaissait pas les expériences faites avec l'oestrol et la thyroxine chimiquement pures. Mais en présence de ces expériences la concordance des effets observés nous suggère l'hypothèse que l'accroissement de la production en matière sèche, qui apparaît comme l'effet principal et primaire de l'oestrol, est à la base de toutes les stimulations du développement produites par les hormones animales, d'autant plus qu'une action de certaines d'entre elles sur l'élaboration de matière organique a déjà été constatée. On peut toutefois opposer à la généralisation des notions qui semblent se dégager des expériences avec l'oestrol une objection fondamentale: l'oestrol s'est révélée comme une phytohormone, toutes les autres zoohormones représentent jusqu'à présent des substances non-végétales, aucune d'elles n'ayant été constatée dans la plante même. Mais nous connaissons aujourd'hui tant de substances, et des substances tellement variées, qui non seulement stimulent l'allongement des cellules, mais manifestent aussi tous les autres actions de l'auxine sur la plante, que l'idée de l'effet unique d'une hormone a dû être abandonnée. Même des substances non-végétales peuvent jouer dans la plante le rôle de facteur de la croissance, de même qu'elles exercent une action hormonale sur l'organisme animal. [3] Aux auxines qui règlent la croissance en longueur se rattachent des substances

[1] Bouillenne et Went, Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 43, 1933. Hikes, *loc. cit.*
[2] Krasnosselskaïa-Maximova, Bull. Appl. Biol. U.S.S.R., Série III, 3, 1933.
[3] Kisch, *loc. cit.*

de la croissance, d'origine non-biologique, exerçant la même action. On peut de même ranger la thyroxine, en tant que substance de croissance d'origine non-végétale, à côté des hormones du groupe Bios dont fait partie l'oestrol. Des recherches plus précises, faites avec des substances pures, nous permettront peut-être un jour de ranger dans le même groupe d'autres zoohormones et d'établir des rapports entre les hormones animales et la plante sur une base plus large. C'est ainsi que de nouvelles possibilités encore s'ouvriraient pour la stimulation des plantes par le « fumage » avec des substances actives d'origine animale.

On a jusqu'à présent distingué entre vitamines et hormones, en admettant que les premières sont absorbées avec la nourriture, tandis que les dernières seraient élaborées par l'organisme lui-même pour ses besoins propres. Mais la découverte qu'une substance peut avoir, chez certains êtres vivants, les caractères d'une vitamine, chez d'autres ceux d'une hormone, a complètement effacé la limite qu'on avait tracée entre ces deux groupes de substances. C'est le cas de la vitamine B_1, qui est une substance nutritive indispensable à l'animal et à certains champignons, tandis que la grande majorité des plantes la produit pour ses propres fins. Pour ce qui concerne les plantes, il est désormais impossible de séparer nettement les hormones des vitamines. De même, l'incorporation de l'oestrol dans le groupe des phytohormones efface la limite entre hormones animales et hormones végétales. La même substance peut remplir la fonction d'hormone dans les deux règnes. Si donc la plante et l'animal réagissent aux mêmes substances actives, que ce soit une hormone végétale, ou un facteur de croissance non-végétal, ils le font toujours selon des modalités si différentes qu'elles ne se laissent pas réunir sous le point de vue de la spécificité de groupe. C'est qu'aussi bien l'adrénaline et l'insuline qui, dans l'organisme animal, stimulent le métabolisme et la circulation, mais n'exercent aucune action sur la croissance, influent, au contraire, sur cette dernière fonction chez les plantes. D'autre part, on n'a pas pu obtenir, sous l'influence de l'adrénaline, un changement de la pression dans les vaisseaux de la plante. Il existe certes une réactivité générale du protoplasma vivant à l'égard de ces substances actives; mais elle se manifeste chez les animaux et les plantes d'après des lois propres à chacun de ces règnes, et par des processus qui ne se prêtent pas à une comparaison directe.

Zürich, Universität, Institut für Allgemeine Botanik.

CLARA ZOLLIKOFER

(Traduit par S. Jankélévitch, Paris).

MEASUREMENT OF INTELLIGENCE

Arising out of the ancient, still dominant, but inwardly rotten doctrine of « faculties » there has recently arisen that of « factors ». The goal of the former, like that of the latter, is to express, approximately at any rate, the seemingly endless multifariousness of mental activity in terms of a very few elementary components. But such a factor, herein totally unlike any of the old faculties, is characterized by the cardinal virtue of proven *functional unity*. It is this characteristic alone that renders the factor measurable and so amenable to genuinely scientific treatment. Descending to details, we find that the chief intellectual factor, entitled « G », enters into all cognitive performances, though it has very varying degrees for each different performance and for each individual. It appears to measure an activity which has been called « eduction » and which has two varieties. The one consists in passing from two items to their inter-relation. The other passes from one item and a relation to the correlative item. Over and above all such factorial analysis of the cognitive aspect of the human mind, analogous methods have been applied also to the orectic aspect. Moreover these two kinds of factors, cognitive and orectic, although trenchantly distinguishable in themselves, have been shown to have intimate interactions.

I. — Current « Faculties » and « Types ».

To indicate the vital importance of the problem here at issue, we need only recall two indisputable facts. The one is that some sort of estimate of intelligence supplies the very foundation, not only of education, but even of the whole social edifice. The second fact, notorious enough, is that not only the method of estimating, but even the nature of this « intelligence » to be estimated, is everywhere conceived in the most wildly diverse manners. Few if any of the workers or writers in this field have attempted even to be consistent with themselves. For example, such a pre-eminent authority as Terman, formally defines « intelligence » as the power of abstract thought and yet includes in his actual tests of it such performances as perceiving which of two weights is the heavier.

Here is a situation, then, which needs to be considered fundamentally. What, we must enquire, are the principal theories at issue? Actually, we find that psychology has been, and still is, dominated by *two* of these.

The older of them — going back to Plato over two thousand years ago, but still supreme — is that which attributes the innumerable mental activities to a very small number of « Faculties » (also called « powers », « capacities » and so forth). Outstanding among them in the sphere of cognition have been Intellect or Intelligence, Sense, Memory, Imagination, and Attention.

The only serious rival to this ancient theory is the comparatively modern one of « types ». The conception of these is generally

rather obscure. But in the best usage of the word it denotes certain general forms distinguishing particular groups of individuals. Among the earliest types explicitely designated as such were the « visual » and the « auditory » ones studied in France by Charcot and Binet. At the present day, especially large followings have been won by the « introverted » and « extroverted » types of Jung, the « schizoid » and the « cycloid » types of Kretschmer, as also the « tetanoid » and « basedoid » types of Jaensch.

Unfortunately, both these theories, that of faculties and that of types, suffer in extraordinary degree from indefiniteness and ambiguity. This confusion holds above all things with respect to the arch-faculty « intelligence ». For in this we have a term that has been made to include or to exclude almost anything at will. Such a pass has been reached, that the mere fact of complacently using the word betrays a loose thinker.

Turning to the « types » we may take as a leading example, the said « introversion ». Even this concept is so equivocal as to incur Kelley's charge that:

> « The number of different verbal statements of the meaning to be attached to this term falls but little short of the number of people using it in writing ».

There is, moreover, a second defect no less fatal even than that of equivocality. It is the fact that every faculty and every type assumes, and derives its whole scientific importance from assuming, functional unity: that is to say, all its manifestations are taken to be influenced and to vary together. But such a concomitance has never been proved, and indeed is in most cases highly improbable. Consider, for instance, the faculty of Attention. None has been submitted to supposed measurement more frequently or more confidently than this. But actual experiment has shown that, far from being unitary, it splits up into many kinds which are more or less independent of each other. If so, then any attempt to measure attention in general is obviously futile and fallacious.

Besides the preceding two fatal defects of equivocal conception and unproved unitariness, any attempt at examining individual abilities (or other characteristic) has to encounter several further serious obstacles. Prominent among these is the usual dependence of an ability upon incalculable accidents of previous experience. For instance, one of Binet's tests depends on the subject happening to have been taught the day of the week. Another great trouble is the dependence of most tests on the language involved in understanding or executing them. To take an example from the same author, how shall a child comply with the order to make up a sentence out of three given words, if he does not happen to have pre-

viously been told the meaning of the word « sentence »? Yet another main obstacle in the way of examining any ability is the difficulty of isolating it. For instance, the task is easy enough to measure some performances which *involves* « invention », but hard indeed to find any that involves this *and nothing else.*

II. — New Theory of Factors.

Now under the stress of these great difficulties besetting both current theories, that of faculties and that of types, psychologists have turned for help to the very modern science of statistics. And here they have achieved two great advances. The first has been the invention of correlational coefficients, by whose means the degree of unity of any mental functions can be submitted to precise measurement. The second step has been the discovery that, by means of the said correlations, the multitudinous, indefinite, non-unitary, and mutually dependent mental functions can be re-expressed in the far simpler form of a very few « factors », each definite and unitary in itself, whilst all are independent of each other.

Against these enormous advantages, however, must be set one grave disadvantage. Such factors, though perfectly definite statistically, are liable to be highly equivocal in respect of their interpretation. For whereas the ordinary procedure does make some, however, feeble endeavour to conceive an ability before attempting to measure it, this factor-method starts off with its statistical measurements and only then procedes to fit these with psychological conceptions. This is a reversal of procedure that has been compared with that which was introduced with astronomy by Copernicus.

III. — « G » and « S ».

Of these factors the earliest to be detected, by far the most important, and much the most accurately measurable, is the one named « G ». Its first and foremost characteristic has been found to be its universality: it enters into mental activities of all kinds whatsoever. Its second leading characteristic is that it enters into different activities in very different degrees; it does so the more in proportion as the ability depends on the mental process which has been called « eduction ». In this last word, however, we arrive at the crux of the whole topic of « intelligence », and indeed of all cognition whatever. A very large literature has sprung up about it. [1] Here we must confine ourselves to the briefest indication. We may say that « eduction » is of two distinct kinds, one of these consists

[1] A general account of them may be found in the present writer's *The Abilities of Man*, 1927, or in his *Psychology down the Ages*, 1937.

in passing from two items to their relation, as when the conception of the ideas of « good » and « bad » leads to an awareness that they are « opposite ». The other kind consists in passing from an item and a relation to the correlative item; as when the idea of « good » together with that of « opposite » lead to a conception of « bad ».

To this all too brief indication of the nature of G let us add at least a few words of comparison between it and « intelligence ». This last word is, as already mentioned, extremely equivocal. It *may* be taken to include much that is certainly not G; as when a person is called « intelligent » on account of remembering something. On the other hand, it frequently is made to exclude much even that is G in its purest forms; as can happen when a really good laboratory test of G is declared to be nothing more than a trivial stunt.

From this account of what G is, we may go on to what it is not. Hereby we turn from the universal factor « G » to the supplementary and specific one « S ». The latter, unlike the former, is highly composite. It chiefly expresses particular sensory or motor efficiences, as also manifestations of retentivity. And to these must be added the influences of accidents and errors.

IV. — « V », « M », « N », « X », « P », « O ».

Evidently enough, most of these S's, or S-components, are of a highly miscellaneous and shifting sort. But a certain number have a degree of stability and breadth which — even though far inferior to those of G — nevertheless suffice to impart to them very considerable importance.

Chief among these broader S's has been found to be what is called the « verbal factor » and denoted by « V ». Quite recently, this has been successfully submitted to a comparatively fine analysis. It would appear to be of a very primitive nature, since it is to be found even in the bare recognition of a letter of the alphabet. It seems to consists of nothing more than associations formed between symbol and what is symbolized. Nevertheless it plays no inconsiderable part even in the most exalted forms of reasoning. In ordinary determination of « intelligence quotients » its influence has been rated at round about 25%.

Somewhat analagous to the influence of V in linguistic performance is that of « M » — otherwise named « F » — in mechanical activity; it is especially responsible for ability to handle machines. It serves the purpose of physical science in so far as this is manipulative. But so soon as the physics become mainly theoretical, the V enters into play again. Paradoxically enough, this M becomes much more distinctly a specific factor in the case of boys than in that of girls. It is thought to be acquired rather than innate.

Functionally, though not analytically, allied to « M » is « N », a specific factor involved in arithmetical computation. Another important factor has been variously called « C », « X », and « F » (*not* the same as the previous « F »). It is taken to measure « quickness of response ». Possibly, its origin is not cognitive at all, but emotional or volitional.

There are two more « broad » factors which differ radically from the previous three. Strictly speaking, they do not measure abilities at all, but only ratios between abilities. One, and by far the best known, is called « P ». It has been interpreted as a general mental *inertia*; a slowness either to start any process or to stop it. It would seem to be extremely important, but much more so in the domain of emotion than in that of cognition.

The remaining factor to be mentioned here is « O »; it measures the tendency of a persons's mental output to oscillate up and down. Up to the present time, this factor has undergone comparatively little investigation. Its chief interest would seem to lie in psychopathology.

To all these factors which are primarily cognitive and but secondarily volitional, then must be added those influences which, inversely, are in the first place volitional or emotional, but extend their effects over to cognition. They enter largely into « intelligence » as popularly conceived. They are particularly responsible for the current view, that intelligence may be of fundamentally different kind, such as « profound », « common sense », « quick », « imaginative » and so forth. To enter here into these « orectic » factors, as they have been called, would carry us much too far afield; we must content ourselves with just mentioning the most important of them all; that which has been entitled « W », and interpreted as something of the nature of will-power.

V. — Measurement.

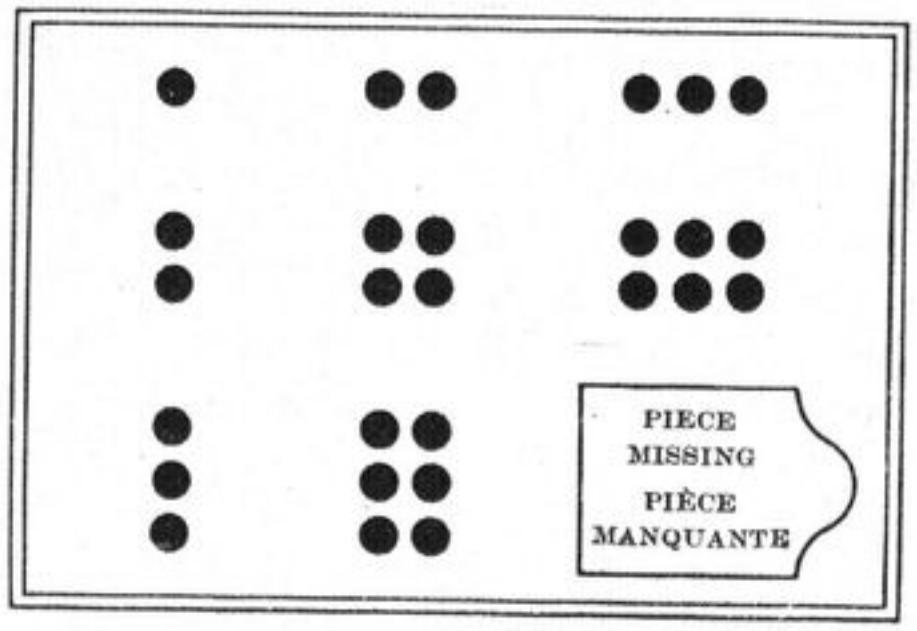
So far, we have been concerned with determining the real nature of all the cognition abilities which are indiscriminately, and even contradictorily, assigned to the sphere of « intelligence ». We have not touched the further problem to the degree in which such abilities can be adequately examined, or even measured.

Far and away the greatest success in this direction have been achieved with respect to this all-important factor « G ». This can now be determined for a normal individual with an accuracy by which at any rate all the usual scholastic examinations are put to shame. Indeed, comparison may well be borne even with many approved physical measurements. And as to its possible further perfection, there seems no limit.

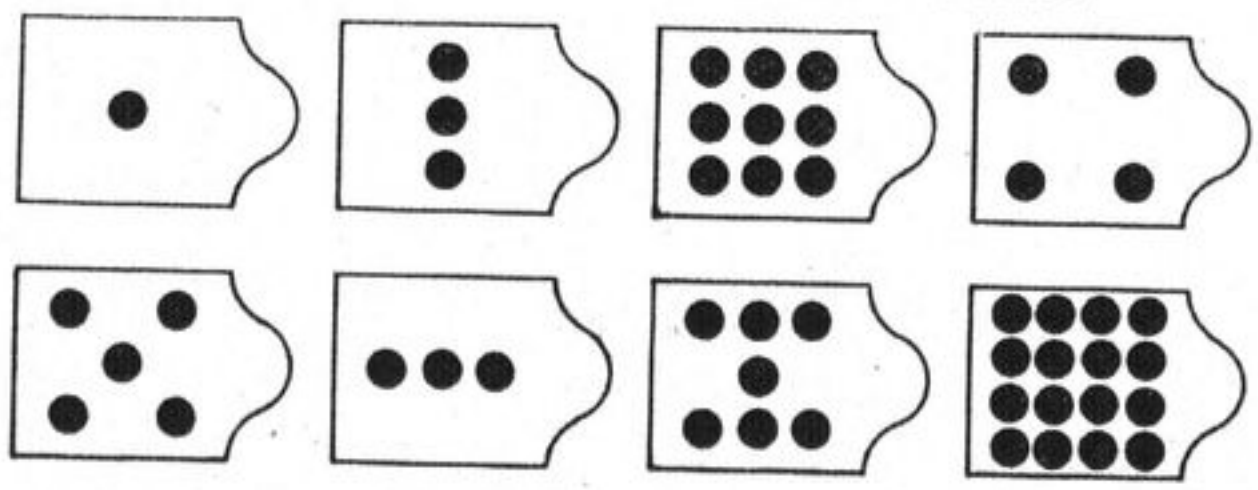
Among the tests already available, I would specially commend to notice two of recent date and presenting notable advantages. One is that of Penrose and Raven, wherein some arrangement of figures in a rectangular design indicates to the subject the relationship which has to be discovered. From this design a piece is cut out and mixed up with a number of alternative pieces. The subject has to select it from among them. Here are two examples, one easy and the other more difficult. A fundamental but well known feature of these tests is their minimal dependence on language.

PENROSE & RAVEN

EASY EXAMPLE — EXEMPLE FACILE



PIECES FOR SELECTION — PIÈCES À CHOISIR



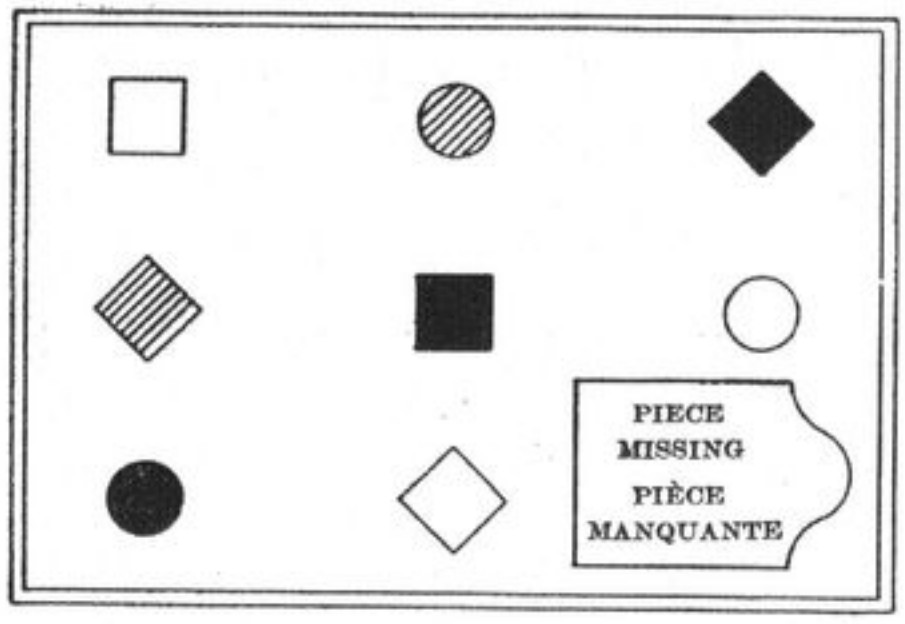
Another and rarer basal merit in them is their minimal dependence on previous experience and maximal dependence on pure eduction. [1]

In the second test that I would quote here, these two advantages are secured in yet higher degree. The subject is shown three or four figures containing some common characteristic and is told that these are « right ». By way of contrast, three or four other figures are shown which do not contain this characteristic and which are accordingly said to be « wrong ». Finally, the subject has to pick out the right from the wrong in a mixture of both sorts. For this

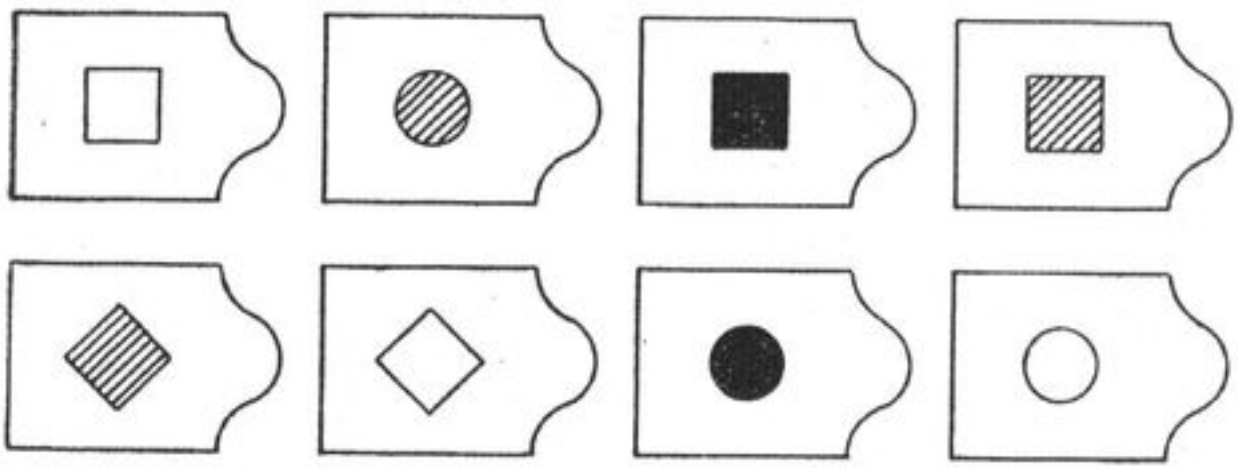
[1] See PENROSE and RAVEN, Brit. J. Med. Psychol., 1936.

PENROSE & RAVEN

HARDER EXAMPLE — EXEMPLE DIFFICILE



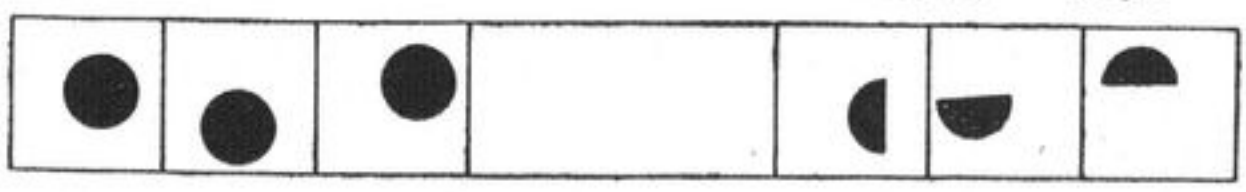
PIECES FOR SELECTION — PIÈCES À CHOISIR



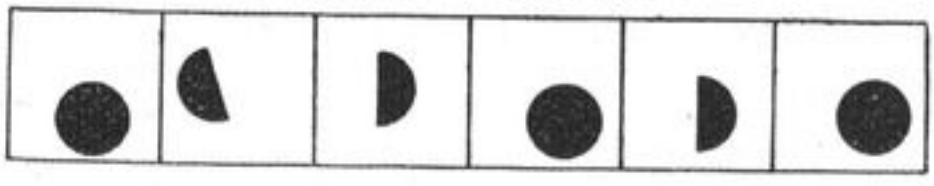
LINE

RIGHT — JUSTE

WRONG — FAUX

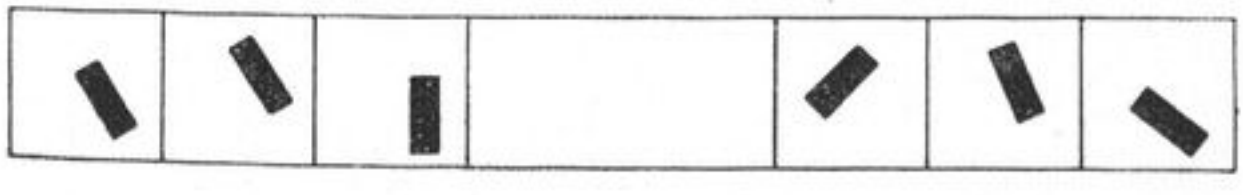


MIXTURE — MÉLANGE

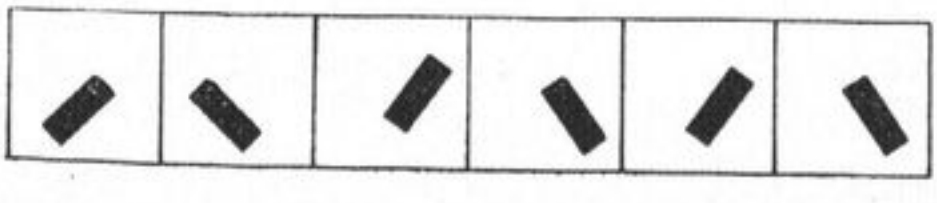


RIGHT — JUSTE

WRONG — FAUX



MIXTURE — MÉLANGE



test there is no need for more than two words and these well known to all sorts and conditions of the human race: « right » and « wrong ». [1]

This brilliant success in measuring the « G » is, as already conceded, far from having been matched by the other factors, V, M, etc. But even in their cases, an accuracy has already been attained far exceeding that with which the teacher has ordinarily to content himself.

Not a little progress is being made even in respect of the « orectic » factors. For example we can more definitely determine how far success in any vocation depends on ability and how far on good will. And in principle, at any rate, even the W itself is beginning to be measured experimentally.

London.

CH. E. SPEARMAN

[1] The principle underlying this test is to be found in the article of W. LINE, *Growth of visual Perception*, Brit. I. Psychol., mon suppl. 1931. The test itself is not yet on the market.

DALLA STATISTICA UNIVERSITARIA ALLA STATISTICA MATEMATICA

Da una recente riforma universitaria italiana, che pone la Statistica fra le materie complementari nella Facoltà di Giurisprudenza, si trae motivo per ricordare le origini di questa dottrina. Si dànno notizie precise della prima cattedra di Statistica fondata in Germania nel secolo XVII, se ne riassume il programma d'insegnamento. Si parla anche delle origini della demografia, che si riscontra nel periodo della Statistica universitaria tedesca. Si ricorda il contrasto tra il metodo numerico dell'aritmetica politica e il metodo espositivo della statistica descrittiva, e il tentativo fatto in Italia di conciliare questo disaccordo. Si conclude col progressivo sviluppo della Statistica, che trova in Quetelet un grande Maestro, il quale, pur essendo un matematico, pone la Statistica alla portata di tutti.

Una riforma scolastica, introdotta in Italia dal Ministro dell'Educazione nazionale con un decreto del 28 novembre 1935, eliminò l'autonomia didattica universitaria, facendo la distinzione tra insegnamenti fondamentali e insegnamenti complementari, mentre si creava la Facoltà di scienze statistiche, demografiche e attuariali, nella quale la Statistica tiene un posto di primaria importanza. Nella Facoltà di Giurisprudenza, accanto a 17 insegnamenti fondamentali, dei quali si rende obbligatorio l'esame per gli studenti, furono collocati 7 insegnamenti complementari, fra i quali gli studenti hanno la libertà di sceglierne tre per completare il ruolo degli esami prescritti.

Fra le materie complementari è stata inclusa la Statistica, che, prima della riforma, figurava tra le obbligatorie. Fu criticato questo provvedimento. Ma d'altro lato fu posto in evidenza che, se col nuovo ordinamento degli studi universitari la Statistica è quasi scomparsa dalla Facoltà giuridica, una qualche responsabilità deve attribuirsi agli stessi professori di Statistica che, da qualche anno a questa parte, si sono compiaciuti di dare, per la quasi totalità, al loro insegnamento un contenuto di analisi matematica, mentre è notorio che gli studenti di quella Facoltà non ne hanno la necessaria preparazione.

Questo indirizzo, rigidamente matematico, in stridente contrasto con i corsi classici tenuti all'Università di Roma da un insigne Maestro della Statistica italiana, Angelo Messedaglia, sino alla fine del secolo scorso, mi fa risovvenire il primo insegnamento della Statistica nelle Università tedesche nel XVII e XVIII secolo, che segnò la preparazione teorica della nuova dottrina. E questo ricordo storico non sarà discaro ai lettori di una Rivista internazionale.

*
* *

Hermann Conring, nato a Norden in Prussia nel 1606, fu nominato professore all'Università di Helmstädt nel 1632, e insegnò successivamente filosofia, medicina, politica. Il più illustre de' suoi discepoli ebbe a dire di lui e della sua dottrina: *oceanus ille omnis fere eruditionis, in quo natura experta esse videtur, quid possit producere.* [1] Nel 1660 iniziò un nuovo corso, cui diede la denominazione di *Notitia rerum publicarum*, nel quale si propose di descrivere sistematicamente la vita degli Stati quale si presentava allora all'osservazione degli studiosi.

Si sente in questo scrittore l'influenza aristotelica, e la sua opera, dopo una *exercitatio* storico-politica sull'origine della conoscenza degli Stati, ed un *proemio*, viene all'esame delle cose pubbliche, dividendo lo studio secondo il sistema scolastico delle quattro cause: la *causa materialis*, che dà notizia del territorio e della popolazione; la *causa formalis*, che spiega la forma di governo e l'ordinamento dei poteri pubblici; la *causa efficiens*, che parla del sovrano e dei pubblici funzionari, e fornisce i dati della forza armata e della marina; la *causa finalis*, che precisa lo scopo dello Stato e indica i mezzi atti a raggiungerlo. Le sue lezioni, molto apprezzate, furono raccolte e pubblicate, e costituiscono il quarto volume delle sue Opere, che uscirono a Brunswig nel 1730 in sei volumi per cura di J. W. Goebel; il quarto volume s'intitola, appunto: « Lezioni sulla nuova disciplina, la *Staatskunde, Notitia rerum publicarum* ». [2]

La dottrina insegnata dal Conring si compendiava nella scienza politica del momento attuale, ma il merito suo fu quello di averla voluta tenere distinta da tutte le altre discipline, in ispecie dalla geografia e dalla politica, con le quali venivano allora generalmente confuse le descrizioni degli Stati. Il Conring era uomo dottissimo: riconosce in Aristotile il suo precursore e maestro, ricorda fra i nostri il Sansovino e il Botero.

Francesco Maria Sansovino aveva pubblicato a Venezia nel 1561 un'opera sul *Governo di diversi regni e repubbliche così antiche come moderne*, nella quale si valse del materiale degli ambasciatori e dei consoli della repubblica veneta per descrivere le produzioni, il commercio, le arti, i governi, le milizie, le finanze, gli abitatori di 21 Stati d'Europa, Asia, Africa. L'opera fu accolta con tanto favore che se ne fecero, in pochi anni, cinque edizioni.

Giovanni Botero pubblicò le *Relazioni Universali* in sulla fine del secolo XVI: la prima parte uscì a Roma nel 1591, la seconda nel

[1] La frase si attribuisce ad Achenwall, che fu professore all'Università di Gottinga, ed è riportata da JOHN, *Geschichte der Statistik*, Stuttgart, 1884, I, 52.

[2] Tutta la teoria del Conring è fedelmente esposta da JOHN, *op. cit.*, I, 57-72.

1592, la terza nel 1595, la quarta a Venezia nel 1596; una quinta parte è stata ritrovata da C. Gioda nella biblioteca nazionale di Torino e fu pubblicata a Milano nel 1895, vale a dire tre secoli dopo. In queste Relazioni si fa una descrizione statistica, geografica, economica, amministrativa, dei principali Paesi del mondo, e il Botero raccolse le notizie nel suo soggiorno a Roma, dal 1586 al 1599, dove ebbe rapporti di amicizia con eminenti personaggi e dove potè consultare i messaggi che predicatori e missionari inviavano regolarmente alla Corte papale da ogni parte del mondo. L'opera fu subito tradotta in latino, in spagnuolo, in francese, in tedesco.

Il Conring si trattiene a lungo sulla popolazione con indagini acute e con meditazioni morali; tutte le sue pazienti ricerche demografiche, economiche, politiche mirano al raggiungimento della felicità dei popoli. Il suo merito è duplice: il primo consiste nell'aver dato un ordine sistematico a questo genere di descrizioni, preparando le linee di una nuova dottrina scientifica; il secondo è l'impulso gagliardo da lui dato all'insegnamento, tanto che è lecito dire ch'egli ha veramente « fatto scuola ».

Ebbe molti discepoli, che diffusero il suo metodo d'investigazione in diverse Università tedesche, ed ebbe imitatori nella Svizzera, in Olanda, in Francia, in Inghilterra. Martino Schmeitzel, professore all'Università di Jena nel 1721, passò dieci anni dopo in quella di Halle, dove aprì un corso di lezioni (1733) col titolo: *Collegium politicum-statisticum;* premessi i principii generali della dottrina, dava la nozione e gli elementi descrittivi dei vari Stati d'Europa. La parola « statistica » entra nell'insegnamento superiore come aggettivo; la troveremo presto nella veste di sostantivo.

Goffredo Achenwall frequentò dal 1738 al 1742 le lezioni di filosofia e giurisprudenza nelle Università di Jena, Halle e Lipsia; dal 1743 al 1746 fu precettore dei figli del Cancelliere Gersdorf alla Corte di Dresda; nel 1746 insegnò storia e diritto naturale e delle genti all'Università di Marburg, e nel 1748 iniziò a Gottinga un corso di *Notitia rerum publicarum.* Nello stesso anno, e precisamente il 7 settembre 1748, Achenwall difese la nuova dottrina dalle accuse dei critici e dalle apprensioni dei Consiglieri segreti che temevano le rivelazioni dei fatti politici: essi ritenevano pericoloso far conoscere al pubblico le condizioni economiche e la forza militare dello Stato. Nel 1749 si pubblicò a Gottinga il suo corso, [1] nel quale si parla di una « scienza di Stato », e si dice espressamente che alla nuova dottrina si può anche dare « il nome non inusitato di *statistica* ». Incontriamo per la prima volta nell'insegnamento universitario tedesco questo sostantivo, derivato dalla parola latina *status* e dalla

[1] G. ACHENWALL, *Abriss der Staatswissenschaft der europäischen Reiche;* Göttingen, 1749. Nella seconda edizione, pubblicata nel 1752, modificò il titolo così: *Staatsverfassung der europäischen Reiche und Völker.* Ne uscirono altre quattro edizioni dal 1756 al 1781.

conseguente voce italiana *stato*, presa nel significato di aggregazione politica.

In origine la Statistica si occupava delle cose notevoli di uno o più Stati; Achenwall dice, nell'introduzione del suo corso, che si poteva anche chiamare « scienza storica dello Stato » per distinguerla dalla « scienza filosofica dello Stato », cioè dalla vera e propria scienza di Stato. Tutta l'opera era rivolta a descrivere i singoli Stati d'Europa, esaminandone le vicende storiche, il clima, l'estensione, i prodotti, il numero e l'indole degli abitanti, le classi sociali, gli uffici politici ed ecclesiastici, i tribunali, le finanze, le forze di terra e di mare, il movimento commerciale. [1]

Achenwall, uomo di metodo, ridusse a sistema le idee e le teorie di Conring; anche per lui la Statistica era la scienza dell'attualità, e, come tale, veniva ad interporsi fra la Storia, che è la scienza del passato, e la Politica, che è la scienza del futuro.

*
* *

In quello stesso periodo di tempo in cui la Statistica universitaria si affermava nel metodo descrittivo come dottrina politica, un pastore evangelico dedicava le sue ricerche alla statistica della popolazione, divenendo un precursore della moderna demografia. Fu questi Giampietro Süssmilch, cappellano di eserciti, uomo di grande ingegno, assai colto in giurisprudenza, medicina, teologia, scienze naturali, come tutti gli studiosi enciclopedici di quell'epoca. Pubblicò nel 1741 un'opera divenuta meritamente classica: « L'ordine divino nelle mutazioni del genere umano provato per le nascite, le morti e le riproduzioni degli uomini ». [2] Quest'opera rimase pressochè ignorata fino al 1761, anno in cui fu risvegliata con una seconda edizione, alla quale ne seguirono altre.

Il Süssmilch divise la sua trattazione in due parti: la prima contiene l'esposizione teologico-filosofica dei principii che devono regolare la propagazione del genere umano; la seconda vorrebbe essere la dimostrazione sperimentale, la verificazione statistica della prima. Si può discutere intorno al rigore del metodo seguito, che può divenire pericoloso nell'interpretazione dei fatti; ma, trascurando la prima parte, che è una pura trattazione teorica, è doveroso

[1] Si è discusso tanto intorno alla paternità della voce Statistica. Un'autorità incontestata, il RÜMELIN, scrive: « Vero fondatore della Statistica come ramo distinto di scienza viene ritenuto G. Achenwall, che usò per primo, sebbene non nel titolo delle sue letture e nel testo, il nome Statistica »: *Statistik* nel « Handbuch der politischen Oekonomie » del SCHÖNBERG, Tübingen, 1882, II, 467. Nella *Cyclopaedia of political Science*, stampata a Chicago nel 1884, il BLOCH scrive che Achenwall « established this science and gave it a name », III, 812. Al contrario, l'*Handwörterbuch der Staatswissenschaften*, Jena, 1890, I, 22, non riconosce in Achenwall nè il padre, nè il fondatore della Statistica.

[2] L'opera si cita sempre con le tre prime parole: *Die göttliche Ordnung*, che riassumono anche il concetto dell'autore.

avvertire che l'autore, nello svolgimento della seconda parte, che interessa gli statistici, non si è affatto lasciato suggestionare dai preconcetti formulati nella prima, e ha osservato obbiettivamente i fenomeni demografici, raccogliendo un gran numero di fatti, ed elaborando il ricco materiale con intuizione meravigliosa. Egli non si limita a rilevare e ordinare il numero dei nati, dei morti, dei matrimoni, ma, sugli elementi raccolti, istituisce i calcoli più accurati per scoprire le *leggi* che governano tali fenomeni; e, constatando che tali leggi, o normalità, si ripetevano tutti gli anni, per cui era lecito prevedere con una sufficiente approssimazione gli eventi futuri, il Süssmilch, da buon teologo, attribuì quest'ordine di riproduzione alla divinità, d'onde il titolo della sua opera. Colpito da tanta regolarità nei fenomeni umani, vede nella popolazione « un esercito che l'Eterno fa sfilare nel tempo quasi davanti al suo sguardo », e scrive pagine inspirate che si possono riportare anche oggi senza che perdano nulla della loro freschezza letteraria e del loro rigore scientifico.

Ritorniamo alla Statistica universitaria. Nel 1781 successe all'Achenwall nell'Università di Gottinga il suo discepolo Augusto Luigi von Schlözer, uomo di grande sapere che seppe interpretare meglio d'ogni altro il pensiero del Maestro e lo difese con molto calore dalle accuse che gli erano state rivolte sulla nozione, sulle funzioni e sulla finalità dello Stato. Giornalista e scrittore di cose politiche, storico e geografo, lo Schlözer non si diparte gran fatto dal concetto achenwalliano; si ferma anch'egli sulle « cose notevoli dello Stato » e, meno realista di lui, distribuisce la materia sotto la formola: *vires unitae agunt.* Le *vires* si esplicano nella popolazione, nel territorio, nella produzione e nella moneta; l'aggettivo *unitae* richiama l'unione politica e riassume le nozioni relative alla costituzione dello Stato; infine l'*agunt* esplica l'azione dello Stato, che si concreta nell'amministrazione e nel governo.

Il suo merito principale consiste nell'aver avuto la visione di una teoria della statistica separata e distinta dalle sue applicazioni: l'*exercitatio* di Conring, l'*introduzione* di Achenwall acquistano per lo Schlözer importanza e dignità di scienza. Non ha per i numeri il disprezzo di alcuni suoi colleghi, s'interessa della statistica ufficiale; e si fa incominciare da lui la statistica storica. È noto il suo aforisma sui rapporti fra la statistica e la storia: « la statistica è una storia in riposo, la storia è una statistica in movimento ». Certamente ha nociuto alla sua fama l'aver anch'egli limitato l'ufficio della statistica all'osservazione del presente, ma gli è rimasto il vanto di averla saputa efficacemente volgarizzare.

*
* *

Abbiamo parlato della Statistica universitaria tedesca, cioè di un contributo notevole dato alla preparazione teorica di una dot-

trina che si stava formando: ma non dobbiamo dimenticare che la Statistica è nata in Italia come raccolta di materiale. Nell'antichità, Roma eseguì regolarmente il censimento, che è l'operazione tipica della statistica demografica; durante il medioevo i Comuni italiani istituirono gli uffici d'anagrafe coi registri della popolazione, e gli ambasciatori della repubblica veneta inviarono da ogni parte del mondo Relazioni geografico-politiche con dati di statistica demografica ed economica di alto interesse; all'inizio dell'evo moderno due scrittori italiani, il Sansovino e il Botero, meritamente ricordati dal Conring nelle sue lezioni all'Università di Helmstädt, coordinarono nelle loro opere i dati raccolti nei secoli precedenti.

Nata in Italia, dipartita bambina — come ebbe ad avvertire Aristide Gabelli [1] — cresciuta altrove, doveva ritornare fra noi adulta e mutata di aspetto. Mentre in Germania si diffondeva la statistica universitaria, a carattere descrittivo, in Inghilterra sorgeva l'aritmetica politica, che sottoponeva a calcolo i dati statistici delle nascite, delle morti, dei matrimoni, e costruiva le prime tavole di mortalità.

L'indirizzo matematico, penetrato in Germania, suscitava vivaci contrasti. I professori tedeschi si consideravano come i seguaci di una statistica elevata e vivente, e bollarono i costruttori di tavole aritmetiche come gli schiavi di una statistica volgare e cadaverica. Il prevalere dei numeri, la diffusione delle tabelle significavano, per gli universitari, la rappresentazione materiale dei vari aspetti della vita nazionale fatta con la muta lingua delle cifre senza il concorso immaginoso della parola illustrativa. Furono apprensioni subitanee che il progressivo sviluppo della scienza doveva calmare. I numeri della statistica hanno un linguaggio che non tutti comprendono, come i segni della musica, e hanno bisogno che gli spiriti tecnici aprano loro la bocca per farli parlare.

E in Italia cominciò un movimento di conciliazione fra i due indirizzi. Proprio all'inizio del secolo XIX, nel 1803, Melchiorre Gioia pubblicò un volumetto di *Logica statistica*, dove sostituisce alle meditazioni astratte il linguaggio concreto dei fatti; e quattro anni dopo, nominato direttore del primo ufficio statistico italiano istituito a Milano dal Governo napoleonico, prepara quelle *Tavole statistiche*, pubblicate nel 1808, che furono un avvenimento per l'acutezza di analisi da cui erano accompagnate, e si traducevano in una anatomia del corpo sociale.

Nel 1807-08 Luca de Samuele Cagnazzi insegnò la statistica nell'Università di Napoli. Pochi anni dopo, nel 1814, fu iniziato l'insegnamento della statistica nelle due Università di Padova e Pavia, e continuato senza interruzione: il Lombardo-Veneto, dopo la ca-

[1] A. GABELLI, *Gli scettici della Statistica*; nell'« Archivio di Statistica », Roma 1877.

duta di Napoleone, era ritornato soggetto all'Austria, e nelle due Università di quella regione si portò l'ordinamento didattico delle Università tedesche.

***

Schlözer e Süssmilch avevano contribuito a staccare la Statistica da ogni altro ramo del sapere e a farne una dottrina autonoma; in Italia si preparava l'accordo fra il metodo storico-descrittivo e il metodo matematico-investigativo; e pochi anni dopo maturava nel Belgio un Uomo di genio, che seppe magnificamente utilizzare questi diversi contributi, completarli con le sue indagini personali, formare un tutto organico, dando alle descrizioni degli uni e alle intuizioni degli altri il rigore dell'osservazione metodica e della dimostrazione matematica. Fu Adolfo Quetelet che, dopo varie memorie comparse in Atti accademici e in Riviste scientifiche, pubblicò nel 1835 la *Fisica sociale*, nella cui espressione è raccolto tutto il sistema dell'autore. Egli non vede nei fatti sociali una diversa natura da quelli fisici e trova che tutti obbediscono alla stessa necessità; accetta l'ordine rivelato da Süssmilch nei fenomeni demografici e lo estende, con maggior copia di osservazioni e di aggruppamenti omogenei, ad altre categorie morali e intellettuali, sostituendo alla volontà divina le leggi della natura.

Il Quetelet si era laureato in matematica, aveva perfezionato i suoi studi a Parigi, dove entrò in amicizia coi più grandi matematici di quel tempo, fece fondare a Bruxelles l'osservatorio astronomico, di cui divenne direttore. E seppe applicare mirabilmente l'analisi algebrica e la curva geometrica all'interpretazione dei fatti sociali. Ma l'opera sua viene letta, studiata, compresa anche dai non matematici, perchè egli è il Maestro che sa comunicare il suo sapere e vuole diffondere la sua dottrina senza fare sfoggio di formule, senza smarrirsi nei dedali intricati delle equazioni a n incognite. Svolge la teoria delle probabilità applicata alle scienze morali e politiche in una serie di lettere al Duca regnante di Sassonia Coburgo, e queste lettere sono state valutate dagli studiosi come un trattato di logica induttiva basata sul calcolo, esposto con grande semplicità di forma, ma con profondità di argomentazione.

Siena, R. Università.

FILIPPO VIRGILII

PARCS NATIONAUX ET RÉSERVES NATURELLES

Plusieurs théoriciens se sont inquiétés des progrès de l'*économie destructive*, c'est-à-dire de l'exploitation inconsidérée des ressources offertes aux hommes par le monde minéral et le monde vivant: exploitation dont l'intensité accrue depuis un siècle amènerait l'extinction de nombreuses espèces animales et végétales et l'épuisement des ressources minérales. Ces craintes sont exagérées. Toutefois, il peut être intéressant, au point de vue esthétique, de préserver les paysages naturels contre les déformations industrielles, et, au point de vue scientifique, de sauver les survivants d'espèces animales et végétales en voie de disparition. Le premier but est atteint par les Parcs Nationaux, le second par les Réserves naturelles. C'est surtout dans les contrées intertropicales que Parcs et Réserves seront utiles; c'est là qu'il est le plus facile de les créer.

L'une des plus grandes questions de la Géographie humaine, la plus grande peut-être, c'est celle de l'action individuelle et collective de l'homme sur l'équilibre du monde minéral et du monde vivant.

Certainement, l'homme, agent de transformation, est agi lui-même. « L'homme n'est pas dans la nature, dit Spinoza, comme un empire dans un empire; il ne se peut pas qu'il ne soit pas une partie de cet empire ». Le déterminisme naturel, bien que sa portée véritable et ses effets soient fort obscurs, — ce sont surtout, semble-t-il, des effets d'inhibition —, aura toujours sa place dans l'évolution des sociétés humaines.

Mais un fait aussi certain et plus facile à mesurer exactement, c'est l'action poursuivie par les hommes, aux fins d'appropriation, d'utilisation, de bien-être et de richesse, sur les minéraux à leur portée et sur le monde végétal et animal.

Cette action, très limitée et peu efficace à l'aurore des civilisations, est devenue, de siècle en siècle, plus puissante et plus étendue. Elle a pris un essor soudain et non encore terminé depuis un siècle, à l'aide des forces naturelles disciplinées ou transformées, vapeur d'eau, gaz, électricité, et à l'aide des machines qui les utilisent.

La conquête rapide des biens naturels, l'exploitation intensive des gisements minéraux et des forêts, l'appauvrissement fréquent des sols par suite de récoltes forcées, la chasse et la quasi destruction de nombreuses espèces animales sur terre et sur mer, ont fait pousser à plusieurs théoriciens le cri d'alarme de l'*économie destructive* (Raubwirtschaft): autrement dit, on a redouté un appauvrissement sans retour ou une destruction totale d'une grande partie des ressources offertes à la vie humaine par la scorie superficielle de la planète.

Ces prévisions pessimistes ne tiennent pas compte du fait que l'exploitation intensive de la planète, étant d'ordre économique, est soumise aux lois économiques et notamment à celle du prix de revient. Avant que les gisements de houille, de fer et de pétrole soient

épuisés, il deviendra trop coûteux d'exploiter ceux qui resteront. Avant que les grands cétacés ou les pinnipèdes des mers australes aient disparu, leur chasse ne sera plus « payante ».

Sur l'équilibre général du monde minéral et du monde vivant à la surface du globe, les hommes ne peuvent rien.

Ce qui demeure vrai, c'est que leurs travaux d'appropriation à la surface du sol peuvent déformer gravement certains paysages. Il est rare que ces déformations soient heureuses au point de vue esthétique. Les hommes peuvent donc, par un effort économique irréfléchi, diminuer les jouissances esthétiques que peut leur donner la nature laissée à elle-même.

Ce qui demeure également vrai, c'est que pour certaines espèces animales et même végétales en voie d'extinction par le seul jeu des lois naturelles, les hommes peuvent précipiter le dénouement et se faire des agents d'exécution hâtive. Les grands mammifères du tertiaire ont disparu sans que l'homme s'en mêlât; beaucoup de ceux qui leur ont succédé auraient eu à leur tour le même sort, mais il est arrivé dans plusieurs cas que l'homme a hâté leur fin. Telle fut sans doute la destinée de l'aurochs de l'Europe centrale; telle serait actuellement en Amérique du Nord la destinée du bison, sans les mesures de protection dernièrement prises. Ce cas a été même celui de grands oiseaux, comme l'autruche de l'Afrique septentrionale récemment disparue à la suite de massacres inconsidérés.

Depuis trois quarts de siècle est née dans les pays civilisés l'idée que l'homme, au lieu de collaborer avec la nature dans l'œuvre de destruction, pourrait lui imposer, au contraire, une œuvre de survie et de restauration partielle dans le monde organique, et que, dans le monde inorganique, il conviendrait, sur certaines zones privilégiées au point de vue du paysage, d'exclure toute déformation envahissante du travail humain.

Ces vues nouvelles ont pris corps au moyen de l'organisation des *parcs nationaux* et des *réserves naturelles*.

*
* *

On entend par *parc national* un territoire, généralement assez étendu, mis à part pour la protection absolue des sites naturels, sans intervention humaine, ainsi que pour la propagation, la protection et la conservation de la vie animale sauvage et de la vie végétale sauvage. L'objet essentiel du parc national n'est ni scientifique, ni économique: les sciences naturelles et l'économie peuvent et doivent profiter du parc, mais il n'est pas fait surtout pour elles. Le parc vise avant tout un but esthétique. Il est, peut-on dire « spectaculaire ». Il vise à donner aux hommes de notre civilisation une image de choix de ce que serait la surface du globe en dehors de toute intervention humaine. Le prototype des parcs nationaux a

été le Parc du Yellowstone, créé en 1872 aux États-Unis dans une des régions les plus pittoresques de l'Amérique du Nord.

La conception du parc national est donc née, en réalité, non de la Science, mais du tourisme. Elle est faite pour lui. Les parcs nationaux, en conséquence, sont largement ouverts aux touristes. La foule de ceux-ci va naturellement, et fort souvent, malgré toutes les précautions, à l'encontre de la conservation et du libre développement de la vie organique, et même à l'encontre de la conservation des sites.

La *réserve naturelle intégrale* se propose en principe, comme le parc national, la protection et la conservation des sites et de la vie sauvages. Mais elle le fait dans des buts très différents. Ces buts consistent, soit à suivre pas à pas l'évolution naturelle qui amène le dépérissement et la destruction des espèces, soit à prêter main-forte à leur restauration et à leur survie par les moyens les plus appropriés. La réserve naturelle intégrale est donc à la fois un champ d'observation et un champ d'expériences. Observation et expériences exigent une rigoureuse exclusion des fantaisies individuelles et des dangers du tourisme. Aussi, non seulement la réserve naturelle intégrale ne favorise pas les touristes et ne leur ménage ni voies d'accès ni résidences, mais elle les exclut totalement ou ne les admet qu'avec de fortes restrictions. On peut citer comme exemples de réserves naturelles intégrales, en France, la réserve du Néouvielle, dans les Pyrénées, et celle du Lauzanier dans les Alpes méridionales.

La *réserve naturelle spéciale* se propose, soit la conservation d'une ou de plusieurs espèces déterminées, intéressantes au point de vue scientifique, soit la protection économique d'une richesse naturelle menacée de dépérissement ou de destruction. Dans le second cas se placent les *réserves biologiques forestières* si nombreuses aujourd'hui partout, et en particulier aux États-Unis où la destruction des forêts prenait au commencement de ce siècle l'allure d'une catastrophe nationale. Le premier cas, bien moins fréquent, nous offre comme exemple en France la réserve zoologique et botanique de 10.000 hectares qui protège la faune et la flore sauvage de la Camargue, et la réserve des Sept Iles dans la Manche, au large des Côtes du Nord; celle-ci faite uniquement pour protéger le macareux menacé de disparition.

Il est évident que les directions des Parcs Nationaux peuvent se proposer des objets aussi utiles et aussi précis que les directeurs des Réserves, aux points de vue scientifique et économique, et qu'ils peuvent y réussir. Ainsi le Parc National créé en France, au Pelvoux, en haute montagne alpestre, depuis 1913, a sauvé probablement le chamois et la marmotte d'une destruction totale dans les Alpes françaises. Mais il est constant que d'une manière générale,

les Réserves dirigées par les naturalistes dans un but désintéressé réussissent mieux à protéger la nature que les Parcs Nationaux dirigés par des administrateurs et orientés vers des buts spectaculaires. Au Parc du Yellowstone, les excursions, la photographie et le cinéma ont toujours eu un rôle supérieur à ceux de la géologie et de la biologie.

*
* *

Dans les zones civilisées, le milieu ne se prête pas toujours aisément à l'installation et au développement des Parcs et des Réserves. Là où la population est dense et où existe une ancienne appropriation du sol aux fins d'utilités humaines, l'éviction d'une partie de ceux qui transforment et utilisent ce sol prendrait trop aisément un caractère d'iniquité que ne justifieraient pas les buts spectaculaires ou scientifiques des Parcs et des Réserves.

Tel est le cas, en Europe, pour les pays de population très dense ou de civilisation agricole bien assise, comme la Grande Bretagne, la Belgique, la France, l'Allemagne et l'Italie. Les essais ou les installations qui y ont été faites ou qui sont projetées ont un caractère généralement spécialisé ou limité, et se poursuivent sur des cadres peu étendus.

Il n'en est pas de même pour les pays de montagne, qui disposent d'espaces soustraits aux fins ordinaires d'utilisation. Il n'en est pas de même, surtout, pour les États de formation nouvelle, à population encore clairsemée, où les nouvelles organisations politiques ont coïncidé, le plus souvent, avec des transformations profondes du régime foncier.

La Suisse nous donne un bon exemple du premier cas, et la Pologne du second.

En Suisse a été organisé en 1909, dans la haute région de l'Inn, le parc national de Zernez, qui n'a qu'une étendue médiocre (143 km²), en rapport avec celle de la Confédération; mais il mérite de servir de modèle comme Parc de montagne.

La Pologne, naturellement, a vu plus grand. Elle a déjà établi 8 Parcs nationaux et se propose de les compléter au moyen de 143 Réserves. Le Parc le plus étendu est celui des Tatras, qui couvre 10.000 hectares entre 1800 et 2000 mètres, et qu'une entente avec la Tchécoslovaquie permettra de prolonger sur le territoire de l'État voisin.

Hors d'Europe, le seul continent tempéré où les conditions générales de structure et de civilisation se prêtent à l'établissement des Parcs et des Réserves est celui de l'Amérique du Nord. La faible densité de la population et les grandes étendues libres font même de ce continent le pays idéal pour de telles installations. Aussi est-ce là qu'elles ont commencé et qu'elles possèdent encore le type le

plus imposant et le plus connu, le Yellowstone, avec les nombreux Parcs installés depuis sur le territoire des États-Unis. Au Canada s'étendent aussi, aujourd'hui, les Réserves naturelles et les Parcs nationaux (12 parcs); de nombreuses Réserves établies sur la frontière des États-Unis sont organisées en collaboration avec ceux-ci.

*
* *

A l'exception des réserves forestières, les créations que nous venons de définir ne visent point à parer aux dangers, pour la plupart imaginaires, redoutés par les théoriciens de l'économie destructive. La vie organique et même la richesse minérale de la scorie superficielle planétaire ne sont point sensiblement appauvries par l'appropriation humaine. Les Parcs et les Réserves recherchent simplement la survie, l'équilibre, et pour tout dire, dans la majeure partie des cas, le ralentissement de l'évolution naturelle qui aplanit les reliefs et qui détruit les espèces animales et végétales.

Mais il y a un cas où l'économie destructive représente, à certains égards, une réalité, et où les Parcs et les Réserves feront office de barrières contre les ravages de cette économie. Ce cas est celui des contrées intertropicales.

Les deux paysages principaux de ces contrées sont la forêt équatoriale et la savane: la première, sous les pluies torrentielles de l'équateur, la seconde dans la zone tropicale humide et demi-sèche.

La forêt équatoriale est ravagée, sur beaucoup de points, par l'exploitation inconsidérée de la *forêt primaire* dont les essences séculaires ne se reconstituent pas et font place à la *forêt secondaire*, ensemble de plantes arbustives et arborescentes d'un intérêt bien moindre, soit au point de vue pratique, soit au point de vue scientifique. La forêt équatoriale voit aussi des massacres également inconsidérés de grands fauves sur terre, d'oiseaux rapaces dans l'air et de sauriens dans les cours d'eau.

Ces massacres, résultats de chasses peu ou mal réglementées, sont encore plus destructeurs dans la savane où manquent les abris naturels. Les savanes de l'Afrique australe ont été, jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle, le paradis des grands fauves qui y vivaient en troupes nombreuses; l'Afrique australe est aujourd'hui dépeuplée. Tandis que le monde animal s'appauvrit ainsi dans la savane, le monde végétal s'appauvrit aussi à la suite des feux de brousse qui la ravagent de temps à autre.

Il paraît plus facile de remédier à ces inconvénients depuis que l'Afrique entière est soumise aux règles de police et d'administration venues d'Europe. La population clairsemée, le caractère précaire des établissements fixes, le nomadisme et l'absence, sur bien des points, de toute appropriation régulière du sol, doivent faciliter l'établissement de Parcs et de Réserves d'une grande étendue.

Les puissances coloniales l'ont compris. Il y en a deux, la Grande Bretagne et la Belgique, qui ont déjà à leur actif d'importantes réalisations.

La Grande Bretagne a créé au Transvaal le Parc National Krüger et dans l'ensemble du Sud Africain 60 *Game Reserves* ou réserves de chasse.

La Belgique a établi au Congo belge le Parc National Albert, qui n'a pas moins de 800.000 hectares; c'est la plus puissante organisation réalisée jusqu'ici dans la zone intertropicale pour la protection de la flore et de la faune sauvages et pour la limitation de la chasse.

La Conférence réunie à Londres en 1933 pour la protection de la faune et de la flore africaines a montré la portée internationale de la question et l'intérêt qu'y prennent toutes les nations coloniales. Quels que soient les buts des créations nouvelles, spectaculaires comme dans les Parcs ou scientifiques et économiques comme dans les Réserves, il est à espérer que ces buts prévaudront contre les appétits d'égoïsme et de destruction.

Ty Dréo, Relecq.-Kerhuon, Finistère, France.

CAMILLE VALLAUX

RECENSIONI – COMPTES RENDUS – BOOK REVIEWS
BUCHBESPRECHUNGEN – ANÁLISIS DE OBRAS

T. CAMPANELLA - *Teologia*. Livre Premier. Édition critique avec Introduction, 2 Appendices et une Table, publiée par les soins de R. AMERIO). Un vol. in-8, (de la *Biblioteca di Testi medievali* « Orbis Romanus », Nº 7), de XXXVII-463 pages. Società Editrice « Vita e Pensiero », Milano, 1936. Prix, cartonné, 40 lires.

P. VILLEY - *Montaigne devant la postérité*. Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Bibliothèque de la « Revue des Cours et Conférences »*), de X-376 pages. Boivin & Cie, Paris, 1936. Prix, broché, 24 fr.

Amerio qui a déjà bien mérité de la science par ses études sur Campanella, en particulier par son édition du « Reminiscentur » (Naples, Morano, 1936), commence la publication du texte inédit des livres « Theologicorum » composés entre 1613 et 1624 — publication qui n'a pas été possible pendant la vie de Campanella, à cause du contraste entre sa doctrine hiérocratique et la mentalité royaliste de la France de Richelieu. L'ouvrage qui paraîtra en huit volumes, est, par l'ampleur de son développement et par le caractère compréhensif des idées discutées, la plus grande manifestation littéraire du philosophe de Stilo: reconstruction puissante de la théologie scholastique, où l'on célébrait la concordance nouvelle de la science avec la nature et l'Écriture: document très significatif de la pensée de la Contre-réforme. Il ne reste du texte du premier livre qu'un manuscrit romain très incorrect qui renferme, presque complète, la *Théologie* dans sa rédaction originale. On a conservé, de treize autres livres sur trente, une copie parisienne beaucoup plus soignée, revue par Campanella lui-même. La tendance suivie par Amerio dans l'interprétation de la pensée de Campanella peut être déduite du fait de la publication de cet ouvrage dans une Bibliothèque de Textes médiévaux.

***

Pierre Villey a été, avec Strowski, le plus méritant parmi ceux qui ont récemment étudié la pensée de Montaigne et surtout les sources et l'évolution des *Essais*. Dans ce livre posthume et inachevé, il s'est occupé de la fortune des *Essais*, sans dépasser les quarante ans qui ont suivi la mort de Montaigne, de telle sorte que nous voyons son visage intellectuel et moral réfléchi dans les yeux de ceux qui peuvent être considérés plutôt comme ses contemporains que comme sa postérité. A quelques rares exceptions près (Mlle de Gournay et l'évêque Jean-Pierre Camus), ils n'ont ni compris, ni apprécié cette philosophie de la vie, cette peinture du Moi qui remplit le troisième livre des *Essais*, dans laquelle Montaigne lui-même reconnaissait sa propre originalité. C'est contre cette nouveauté qu'ils ont

réagi avec hostilité, désorientés, scandalisés ou méprisants. Pendant les premières trente années du XVII^e siècle ils ont plutôt admiré en lui le docte humaniste, le disciple, en théorie et en pratique, de la sagesse antique, le rénovateur de la philosophie stoïcienne de la mort. Ils n'ont pas mis en doute son orthodoxie religieuse, pensant que son fidéisme pyrrhonien était alors l'attitude exigée dans l'intérêt de l'apologétique catholique. Mais en dehors du monde des pédants érudits, parmi « les gens du monde » qui n'étaient presque jamais des gens de plume (et partant sur ce point la documentation est forcément pauvre) la vraie grandeur de Montaigne a été mieux sentie et le jugement de la plus lointaine postérité plus exactement anticipé. Nous sommes, avec Montaigne, à un tournant décisif dans l'histoire de l'idée de la culture, et Villey a encore insisté avec raison sur l'importance de ses idées pédagogiques, en nous éclairant sur leurs répercussions immédiates dans la genèse de cette « honnêteté » qui donnera sa forme particulière à la bonne société du XVII^e siècle. Et si, parfois, l'amour de la thèse semble lui forcer la main, son jugement, qui s'appuie sur une importante collection de documents opportunément transcrits en ordre chronologique dans l'Appendice, peut être accepté comme un guide sûr pour notre appréciation.

Firenze, R. Università.

L. LIMENTANI

M. GLIOZZI - *L'elettrologia fino al Volta* (*L'électrologie jusqu'à Volta*). Deux vol. in-8, de 1-290; 1-235 pages, avec 13 figures. L. Loffredo, Napoli, 1937. Prix, relié, L. 20.

Il ne semble pas que l'histoire du développement des découvertes et des théories de l'électricité ait attiré suffisamment les historiens de la science. A l'exception de l'ancien ouvrage, toujours précieux, de Priestley (1769); et de l'Histoire des théories de l'éther et de l'électricité depuis Descartes jusqu'à la fin du siècle dernier de M. Whittaker (1918) et de quelques autres travaux particuliers; nous croyons qu'il n'y a pas un ouvrage complet qui, par l'examen critique et objectif des ouvrages et des mémoires originaux, pouvait nous donner un tableau exacte et synthétique de la branche la plus importante de toute la Physique. Les deux petits volumes de M. Gliozzi tâchent de combler cette lacune, au moins, depuis Aristote jusqu'à Volta.

L'A. fait un examen très consciencieux des ouvrages et des découvertes depuis l'antiquité classique jusqu'à Franklin dans le premier volume. Nous signalons ici surtout le chapitre où sont exposées les recherches des savants italiens du XVII^e siècle (Porta, Galileo, Cabeo, Grimaldi). Le second volume, bien plus intéressant, est une importante analyse des travaux de Cavendish, de Coulomb, de Galvani et de Volta. A la fin de son ouvrage l'A. nous fait connaître, dans la traduction italienne, un petit mémoire « *De Magnete* » de P. Peregrino de Maricourt (1269); l'un des plus originaux chapitres du célèbre ouvrage de G. Gilbert (1600) et enfin la lettre de Volta (mars 1800) à la Société Royale de Londres, certainement bien connue, sur la découverte du grand physicien.

L'A. a fait toujours l'examen des ouvrages et des mémoires qu'il analyse et critique avec sûreté et presque toujours assez correctement. Aussi il doit rectifier quelques jugements et il peut résoudre d'une manière nouvelle beaucoup de questions de priorité.

Roma.

R. MARCOLONGO

L. DE BROGLIE - *La Physique nouvelle et les Quanta.* Un vol. in-16 (de la *Bibliothèque de Philosophie Scientifique*), de 307 pages. Flammarion, Paris, 1937. Prix, broché, 15 fr.

Lorsqu'on pense au nombre de livres de vulgarisation qui paraissent sur des sujets mal connus ou incomplètement éclaircis, et nous pourrions citer comme exemple assez récent la plupart de ce qui a été publié sur la théorie de la relativité, on n'en est que plus heureux de saluer le nouveau livre de M. Louis de Broglie sur la physique des Quanta qui est une véritable joie pour ceux qui ont à cœur la diffusion de la culture supérieure. Pour faire un bon livre, il ne suffit pas d'avoir la maîtrise du sujet traité, mais il est encore nécessaire que la clarté qui est dans l'esprit de l'auteur soit transmise, d'une façon ou d'une autre, à celui du lecteur, et c'est ce que fait justement le livre dont nous nous occupons. A ce mérite vraiment grand s'en ajoute un autre: le caractère unitaire de l'ouvrage au point de vue épistémologique. Tout l'exposé est ordonné d'après ce point de vue et il peut être considéré, de la première à la dernière page, comme une histoire de l'évolution de la pensée scientifique, mais histoire, dans un certain sens, actuelle et, de ce fait, facile et claire, pour autant qu'elle se dégage de l'exposé des théories, sans être le résultat d'analyses ou de thèses particulières. Ce livre est donc plus et mieux qu'un ouvrage de vulgarisation pure et simple. Il est le produit d'une pensée profonde et laisse des traces ineffaçables dans l'esprit du lecteur. Étant donné le caractère de l'ouvrage, son exposé suit un ordre historique. Il commence par des considérations sur la mécanique et la physique classiques et, après un exposé de toutes les mécaniques nouvelles (atome de Bohr, principes de correspondance, mécanique ondulatoire, mécanique des matrices, électron magnétique, théorie de Dirac, principe d'exclusion, etc.), il termine par un exposé de la mécanique ondulatoire des systèmes et des nouvelles statistiques.

Roma.

OTTO CUZZER

Lord RUTHERFORD - *The Newer Alchimy* (*L'Alchimie récente*). Première Édition. Un vol. in-16, de VIII-67 pages, avec 13 figures. Cambridge University Press, London, 1937. Prix, relié, 3 sh. 6 d. net.

H. A. STUART et H. G. TRIESCHMANN - *Lichtzerstreuung* (*Dispersion de la Lumière*) Première Édition. Un vol. in-8 (*Hand- und Jahrbuch des Chemischen Physik*), XX-190 pages, avec 76 figures et 1 planche hors

texte. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig, 1936. Prix, broché, RM. 24.

H. VEINREICH - *Physikalische Beobachtungs- und Denkaufgaben des Alltags.* (*Problèmes Physiques Quotidiens*). Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Mathematisch-Physikalische Bibliotek*), de 52 pages, avec 5 figures. B. G. Teubner, Berlin-Leipzig, 1936. Prix, broché, RM. 0.90.

Lord Rutherford qui fait, comme on le sait, autorité en physique nucléaire, a réuni, en un petit volume, une conférence qu'il a faite à Cambridge en 1936; on y trouve exposés les progrès les plus récents dans ce tout nouveau domaine scientifique. Bien que l'auteur se soit volontairement maintenu à un niveau élémentaire, on y reconnaît son style et son éminente personnalité; parmi les nombreux exposés qui ont été faits de ces questions au grand public, celui de Rutherford doit, sans aucun doute, occuper le premier rang. Quelques magnifiques gravures augmentent encore l'intérêt de cet exposé, d'une lecture fort agréable, et donnent aux profanes une idée claire des expériences de ce genre, sur lesquelles est basée la connaissance du noyau.

***

Le volume de Stuart et Trieschmann traite, à la manière traditionnelle des grands ouvrages allemands, qui ne laissent aucun point inexploré, de la diffusion de la lumière dans le champ visible et de la diffusion cohérente des rayons X.

La première partie est consacrée à la diffusion de la lumière visible et expose les résultats obtenus dans ces recherches au point de vue expérimental aussi bien qu'au point de vue théorique; ce dernier étant limité, toutefois, à la théorie classique. En trois grands chapitres, les auteurs étudient d'abord la diffusion de la lumière issue de particules relativement grandes, ensuite de molécules, et, enfin, examinent la relation entre la diffusion de la lumière et les fluctuations statistiques. La deuxième partie, rédigée suivant les mêmes principes, est consacrée à la diffusion des rayons X et traite de la diffusion provenant des atomes isolés, de la diffusion dans les gaz, dans les liquides et dans les solides et, enfin, en détail, des méthodes expérimentales et des résultats obtenus jusqu'à présent.

Naturellement, le livre est surtout destiné aux consultations que nécessitent les travaux de recherches. La présentation typographique est excellente et le prix de l'ouvrage est très élevé, comme du reste tous ces grands traités, divisés en articles, d'origine allemande.

***

L'ouvrage de Weinreich est un petit livre élégant où l'on trouve exposés les phénomènes qui se présentent le plus habituellement dans la vie quotidienne, dans le domaine de la physique. Son niveau est absolument élémentaire; il n'exige pas de notions de physique dépassant celles de l'enseignement secondaire; ce serait une lecture agréable pour un jeune débutant en physique, dont il aiguillonnerait utilement le sens d'observation.

Palermo, R. Università.

E. SEGRÈ

F. Ruffini - *Scritti giuridici minori* (*Écrits juridiques mineurs*). Deux volumes in-8, de VIII-731, 605 pages. Giuffrè, Milano, 1936. Prix, relié, L. 75 + 65.

F. Ruffini - *Ultimi studi sul Conte di Cavour* (*Dernières études sur Cavour*). Un vol. in-8 (*Biblioteca di cultura moderna*), de VIII-215 pages, avec portrait de l'auteur. Laterza, Bari, 1936. Prix, L. 14.

Parmi les écrits juridiques du regretté canoniste de l'Université de Turin, qu'on a appelés mineurs n'ayant pas l'étendue d'un livre, mais qui sont tous très remarquables, et la plupart presque introuvables aujourd'hui, je n'en peux nommer que trois ou quatre, spécimens de la valeur de cette publication, dont on est particulièrement redevable aux soins du professeur Mario Falco, le plus dévoué des disciples de feu Ruffini.

Dans le premier volume, dédié au droit ecclésiastique, je signalerai l'étude sur la codification du droit de l'Église, l'autre sur la liberté religieuse et la séparation entre l'État et l'Eglise, et les deux sections, groupant les essais sur les relations entre les deux pouvoirs en Italie et en France. Dans le deuxième volume, dont le contenu est plus varié, les écrits ayant un intérêt tout spécial pour le public de « Scientia » sont sans doute ceux qui regardent le problème juridique de la propriété scientifique, surtout dans ses rapports avec les applications industrielles.

***

L'autre petit volume sur Cavour est une autre preuve de l'étendue des curiosités intellectuelles de Ruffini et du sérieux irréprochable de ses recherches dans des champs assez éloignés l'un de l'autre. C'est dommage qu'il n'ait pas écrit cette complète biographie de Cavour pour laquelle personne n'était mieux préparé que lui. Mais ses précieuses contributions à cette œuvre, depuis les volumes sur la jeunesse du Comte à l'étude sur les origines helvétiques de la formule — l'Église libre dans l'État libre — lient à jamais le nom du juriste et historien piémontais à celui du plus grand statiste italien du XIX^{e} siècle.

Parma, R. Università.

Alessandro Levi

J. Lukas - *A Study of the Kanuri language. Grammar and Vocabulary* (*Étude sur la langue Kanuri. Grammaire et Vocabulaire*). Un vol. in-16, de 253 pages. International Institute of African Language and Cultures by the Oxford University Press, London - New-York - Toronto, 1937. (Sans indication de prix).

La valeur de cet ouvrage, qui est publié sous une forme particulièrement nette et élégante, réside d'abord dans le fait qu'il est le résultat des études faites par l'auteur sur place, au cours de ces dernières années (1933). Il contient donc des matériaux frais et tout récents, par opposition aux matériaux anciens et pas toujours sûrs de Koelle, Barth, Nachtigal et, en outre, l'auteur se sert d'une orthographie assez simple et

pratique que l'indication des tons (le kanuri étant, lui aussi, une langue douée de tonalité) ne complique pas trop. L'évolution politique du Bornou, de même qu'elle a abouti à la constitution d'une « Nation Kanuri » a fait de tous les idiomes et dialectes, à l'exception du kanembu, à l'est du Tchad, une sorte de langue nationale, au sens africain du terme. L'auteur toutefois vise principalement le dialecte de Yerwa, localité qui peut être considérée comme le véritable centre de la vie kanuri. Mais le but qu'il s'est proposé est beaucoup plus vaste: offrir, comme il dit, un manuel, « utile au profane et, en même temps, intéressant pour le linguiste ». Des règles simples et claires, alternant avec des exercices pratiques, des paradigmes en grand nombre et des textes de base, avec traductions et un vocabulaire petit, mais suffisant, satisfont assez bien à la première partie de cet objectif. L'auteur a bien fait de noter dans le vocabulaire tous les arabismes, déjà signalés jadis par K. Lang, qui ont pénétré en grand nombre dans cet idiome. De ces arabismes, quelques-uns sont assez transparents, d'autres se sont fondus et combinés avec des éléments kanuri. L'objectif théorique de l'auteur se trouve atteint, grâce au clair et lucide exposé des faits grammaticaux qui laisse entrevoir la structure originaire de la langue et ses affinités particulières avec le teda du Tibesti, avec le tamasceq, hausa, peul, etc., avec les langues à suffixes du Haut-Soudan, plus la composante sumérienne, qui est toujours une question ouverte. Mais l'orient africain se révèle surtout dans les formes préflexionnelles du verbe, tellement intéressantes que l'auteur a cru devoir leur consacrer 90 pages de son livre. Les origines de la flexion plus récente qui est, comme l'on sait, la flexion à l'aide de suffixes, n'est pas moins claire que dans le Coushitique. Là nous avons un verbe *a* pour désigner « dire », « être »; ici, le verbe *n-gi-n*, *n-gi-skin*, pour désigner « dire, penser », espèce d'auxiliaire qui, étant donné qu'il prête toutes ses formes, plus ou moins altérées à la flexion, réunit en une seule les deux catégories fondamentales de verbes, les uns plus primitifs, dont la conjugaison s'effectue en partie à l'aide de préfixes, les autres moins primitifs, dont la conjugaison se fait uniquement à l'aide de suffixes. Le livre se termine par un bref exposé syntaxique qui constitue une précieuse contribution à la connaissance de la pensée africaine, à sa systématisation grammaticale et esthétique; syntaxe qui nous paraît un peu âpre à notre goût, moins à cause des aspects emphatiques que peut assumer la proposition qu'à cause des clausules nominales ou participiales qui s'y rencontrent parfois et qui justifient le jugement d'après lequel il s'agirait d'une langue qui n'est rien moins que facile. Pour les nombreuses raisons que nous venons d'énumérer, le travail de M. Lukas présente une grande valeur et fait honneur au Séminaire de Hambourg et à l'école à laquelle il appartient.

Faenza.

ODDONE ASSIRELLI

RIVISTA DELLE RIVISTE – REVUE DES REVUES
REVIEW OF REVIEWS – ZEITSCHRIFTEN-UMSCHAU
REVISTA DE REVISTAS

Journal British Astronomical Association - (Londres, Avril 1938). — 1. « F. J. Sellers, *A note on the spectrohelioscope and a description of a vibrating slit mechanism* » (*Note sur le spectrohélioscope et description d'un mécanisme à fente vibrante*). — L'auteur décrit sa propre construction d'un spectrohélioscope, comportant certaines différences avec le type courant. M. Sellers considère que les fentes oscillantes doivent être plus satisfaisantes que les prismes tournants, et le système à ressort vibrant est mû au moyen d'un interrupteur électrique, comme une cloche électrique. Le renversement optique occasionné par les miroirs collimateurs nécessite un mouvement de la seconde fente de phase opposée à la première à laquelle elle doit rester parallèle. Une description complète avec figure des diverses parties est donnée et ceux qui s'intéressent à la spectroscopie consulteront le Journal contenant l'article. Tout amateur serait susceptible de construire les divers dispositifs nécessaires pour l'appareil. Il est intéressant de noter que des batteries de piles sèches ordinaires pour sonneries actionnent l'interrupteur et que celles-ci ont été en service durant 18 mois sans signes sérieux de détérioration. En vérité, l'appareil entier n'a donné aucun souci depuis le premier essai en Octobre 1936. — 2. « H. W. Cox, *A variable-frequency telescope drive* » (*Un entraînement de télescope à fréquence variable*). — Un article qui sera très utile aux amateurs qui désirent installer un entraînement efficace et peu coûteux sur leur télescope. Le mécanisme dépend du principe selon lequel dans un moteur du type synchrone sa vitesse est proportionnelle à la fréquence, et cette dernière est modifiée par quelque chose qui, pratiquement, est un appareil de radio placé à la base du télescope. Si une self et un condensateur sont connectés en parallèle, ils ont une fréquence de résonance naturelle, et celle-ci peut être réglée en faisant varier les capacités. Par suite, il est possible de disposer une fréquence de résonance du circuit qui coïncidera avec la fréquence opérante convenable pour tout moteur synchrone désiré. Le circuit accordé n'est pas susceptible d'entraîner le moteur, mais en connectant le circuit à une valve ordinaire de radio, le circuit et la valve peuvent être mis en oscillation et produire un voltage secondaire de 10 ou 20 volts par seconde à 50 cycles, qui peut être porté à 200 volts par une nouvelle amplification, avec une autre valve à radio du type ordinaire. Quand le voltage et la puissance ont été amplifiés à la valeur exacte, la liaison au moteur est faite à travers un transformateur, tout comme un haut-parleur est connecté à un récepteur de radio. La fréquence est modifiée, comme il a déjà été mentionné, en faisant varier le condensateur ou la self, et comme le premier est constitué d'un certain nombre de petites unités, chacun de ces petits condensateurs étant mis en circuit indépendamment par une aiguille, on peut régler la vitesse du moteur. M. Cox fournit les figures avec son article et les personnes qui sont habiles dans les manipulations d'appareils de télégraphie sans fil seront susceptibles de fixer l'entraînement de leur télescope, car la figure indique les connections et aussi divers perfectionnements introduits pour donner les résultats les plus exacts.

Revue générale des Sciences - (Paris, 31 Janvier 1938). — « G. Bouligand, *Les espaces granulaires quasi distanciés et leur adaptation possible à la physique* ». — La microphysique requiert un matériel géométrique encore indécis. On utilise les espaces de Linfield. En outre, M. Paul Renaud a considéré la *cellule de connaissance*, un ensemble de points distincts non discernables. La possibilité d'axiomatiser cette notion apparaît dans *The classification of sets of points* par E. H. Neville (Acta Math., t. 42, Stockholm, 1918, p. 63-93). Les ensembles étudiés baignent en des espaces rappelant les espaces distanciés de M. Fréchet. Mais deux points ne sont pas forcément identiques si leur quasi-distance (ou nombre séparatif) s'annule. D'où une granulation de l'espace qui topologiquement, introduit deux espèces de voisinages et substitue à l'unique opération de fermeture les opérations d'*expansion* et *complétion*. Du point de vue physique, il faudrait pouvoir varier le groupement de granulation. En Analyse, on applique la classe des fonctions de carré sommable sur l'espace d'Hilbert. En réalité cette classe est de structure granulaire, l'annulation de la distance (ou intégrale du carré de la différence) n'impliquant pas l'identité. G. B.

Revue de Métaphysique et de Morale - (Paris, Janvier-Février 1938). — « G. Matisse, *Le Hasard et les phénomènes orientés* ». — Les phénomènes individuels orientés paraissent découler de faits inaccessibles à notre connaissance. Ils laissent apparaître une influence systématique définissable (quelque chose des conditions initiales demeure inaltéré dans leur développement). Ils sont régis par des *lois scientifiques*. Tous les corps, en un même lieu, tombent suivant la même direction. — Les phénomènes collectifs *désordonnés* obéissent à la loi des ensembles collectifs. On ne les connaît que sous l'aspect de résultats moyens statistiques — avec des écarts obéissant, quant à leur probabilité, à la loi des grands nombres. Dans la nature, on rencontre souvent mêlés, au sein des êtres ou des événements, les deux types, ordonné ou désordonné (en Astronomie stellaire, en Sociologie). On peut trouver, d'autre part, des passages des faits de hasard aux phénomènes orientés (une éclipse, pour un non-civilisé, est un *accident;* pour un astronome c'est un phénomène prévisible rattaché à des causes et à des conditions). — *Les systèmes orientés et les êtres vivants*. Tandis que les systèmes physico-chimiques suivent, dans leur évolution, le principe de Carnot, c'est-à-dire qu'ils tendent vers un état de probabilité maximum, la différenciation initiale s'effaçant de plus en plus, les êtres vivants échappent à ce principe. En eux, l'*énergie utilisable* non seulement ne subit pas toujours une diminution, mais elle peut augmenter. On a cherché à expliquer l'antithèse en opposant les propriétés individuelles et les propriétés collectives statistiques (Ch. Eug. Guye). On a aussi invoqué les *fluctuations*. Mais il n'y a rien à tirer de ces dernières. Or, dès que s'introduisent des *influences systématiques*, le Calcul des probabilités est inapplicable et, par suite aussi, le Principe de Carnot. Les propriétés des systèmes vivants résultent, tant de l'ordonnance structurale des éléments figurés, que de la coordination temporelle des phénomènes élémentaires qui les définissent. Les fonctions de la vie sont donc liées à la réalisation et au maintien de certaines structures. Les coordinations s'établissent à plusieurs degrés. Ils constituent des systèmes coordonnés de phénomènes orientés. Les effets qu'ils produisent sont inexplicables par le calcul des probabilités, car celui-ci suppose l'absence de causes systématiques. Ils peuvent présenter des propriétés exceptionnelles, infiniment improbables *a priori* pour les ensembles collectifs désordonnés, ou individuels de hasard. De là l'impression de finalité que donne leur fonctionnement. P. F.

Revue Scientifique - (Paris, 15 Janvier 1938). — « J. ROUCH, *Leçon d'ouverture du cours d'Océanographie Physique* ». — Le nouveau professeur du cours d'Océanographie physique de l'Institut Océanographique à Paris a ouvert son cours au mois de novembre 1937 en prononçant, suivant la tradition, l'éloge de ses prédécesseurs, le professeur Alphonse Berget et le professeur Idrac, tous deux inventeurs de nombreux instruments océanographiques toujours en usage. Le professeur Berget a laissé en outre une œuvre remarquable d'enseignement dont la publication dans les Annales de l'Institut Océanographique a été malheureusement interrompue par sa mort. M. Rouch a ensuite défini la portée de l'océanographie physique, qui est la partie de la physique du globe qui a trait à la mer. L'océanographie, a-t-on dit, est une météorologie simplifiée. Mais à mesure que les observations deviennent plus précises, l'océanographie, comme toutes les sciences, est devenue plus complexe. Des variations minimes, difficilement décelables, ont des influences considérables. Le coup de sonde donné en passant par un navire océanographe avec quelques thermomètres et quelques bouteilles à eau accrochés sur le fil, ne suffit plus: l'océanographie a besoin, au même endroit et à des époques différentes, de mesures aussi fréquentes qu'il en a fallu pour étudier les marées. L'enseignement professé à l'Institut Océanographique, a deux buts différents: d'abord exposer les résultats des campagnes océanographiques récentes; ensuite former des océanographes capables de participer fructueusement à l'exploration de la mer. M. Rouch conclut en montrant que, sans cette exploration directe de la mer, il ne peut pas y avoir d'Océanographie physique, et il engage ses auditeurs à joindre ses efforts aux siens pour obtenir des amis de la mer l'organisation de fréquentes campagnes océanographiques. O. F.

Revue Scientifique - (15 Janvier 1938). — « L. FRANCHET, *La houe et son rôle* ». — L'instrument le plus remarquable au point de vue agricole est certainement *la houe*. Elle remonte au Néolithique, à l'origine même de l'Agriculture, à l'époque où la famille était à peine constituée. Le travail individuel entraîna l'invention d'un outil pouvant être manié facilement. La houe répondit à cette nécessité et son invention, dans sa simplicité, fut certainement la plus grande et la plus féconde au point de vue social qui a été conçue par l'homme. C'était avant tout un instrument de petite culture; il a contribué à maintenir l'individu au sol et à y stabiliser la famille. Avant la houe on se servait du bâton à fouir; il précéda les houes en silex, en grés et en pierre polie. On retrouve la houe dans toutes les parties du monde. Sa principale caractéristique est de posséder un manche très court formant un angle aigu avec la partie travaillante, ce qui oblige le travailleur à être très courbé vers le sol. On observe ce détail surtout en Afrique et en Océanie. La houe tint une place considérable en Égypte ainsi qu'en Italie au temps des Romains. Le *pastinum* (la houe romaine) fut vraiment l'instrument national. On en retrouve une survivance en France, dans certains pays agricoles: c'est le *croc* à deux dents. Si nous faisons une étude comparative des méthodes anciennes de culture nous ne voyons que peu de changements avec les modernes. Les deux grandes révolutions qui se sont accomplies, sont l'introduction de la Mécanique et l'allégement de l'outillage; enfin les engrais chimiques et la Microbiologie. S. S.

CRONACA – CHRONIQUE – CHRONICLE – CHRONIK – CRÓNICA

NOUVELLES DIVERSES

Une nouvelle Revue.

Nous avons sous les yeux le premier numéro d'une nouvelle revue, ayant pour titre: *Rivista di Biologia Coloniale*, dirigée par M. Edoardo Zavattari, en collaboration avec MM. Aldo Castellani, Raffaele Ciferri, Sergio Sergi. Cette Revue se propose de publier des études et des recherches de biologie coloniale (botanique, zoologie, anthropologie, pathologie), où les divers problèmes seront traités en fonction des liens qui rattachent les organismes les uns aux autres et aux facteurs physiques du milieu. C'est dire que la revue s'occupera de ce qu'on peut considérer comme les problèmes vivants de la biologie coloniale, tant théorique qu'appliquée. Le premier numéro contient les travaux suivants: *Ambiance physique et schistosomiase en Lybie*, par E. Zavattari; *Métabolisme basal et race. Contribution à l'anthropologie physiologique des indigènes de la Lybie*, par G. Gemma; *Observations sur la mycogéographie de l'Afrique Orientale Italienne*, par R. Ciferri et E. Castellani; *Les glossines de l'Afrique Orientale Italienne*, par G. M. Ghidini. Le fascicule, illustré, contient quelques comptes rendus d'ouvrages consacrés à des questions coloniales.

E. Z.

COMUNICAZIONI – COMMUNICATIONS – MITTEILUNGEN – NOTICIAS

Les phénomènes et les faits.

Les divers aspects d'un même fait nous apparaissent comme des phénomènes distincts, dont chacun correspond à un ordre de grandeurs. Le fait est perçu par la pensée intuitive, tandis que les phénomènes sont isolés par la pensée discursive. Ils se rattachent respectivement à deux conceptions différentes de l'univers. On ne peut dire dans quelle mesure ces conceptions sont adéquates à leur objet, mais chacune d'elles est adaptée à des fins particulières.

Dans son livre sur *L'évolution physico-chimique*, Ch. E. Guye a posé ce principe: « c'est l'échelle qui crée le phénomène »; entendons par là qu'à chaque série de phénomènes correspond un ordre de grandeurs. Soit par exemple un organisme vivant; nous pouvons le considérer sous des angles divers: 1°) en tant qu'individu organisé; 2°) au point de vue de ses mécanismes d'action biologique; 3°) au point de vue purement physique et chimique. Dans le premier cas, l'unité est l'individu; dans le deuxième, la cellule; dans le troisième, la molécule.[1] A chacun de ces trois points de vue correspond une série de phénomènes qui peuvent être étudiés par des méthodes distinctes, c'est-à-dire par des sciences particulières.

Envisagé de cette manière, l'univers nous apparaît constitué par une échelle de phénomènes où chaque échelon est caractérisé par un type d'organisation: atomique, moléculaire, cellulaire, etc. L'électron, l'atome, la molécule, le gène, le chromosome, la cellule, l'organisme pluricellulaire, les sociétés animales et humaines sont les principaux termes d'une progression qui comprend tous les corps et tous les êtres.

[1] Lecomte du Noüy, *Le Temps et la Vie*, p. 24-25.

A première vue, chaque niveau de phénomènes, régi par des lois particulières, semble un monde fermé qui n'a rien de commun avec les mondes voisins. Mais cette impression est modifiée par un examen plus attentif. Considérons d'abord les niveaux supérieurs, c'est-à-dire les plans humains. Soit un groupe formé d'hommes parlant la même langue, par exemple le français. Chez un individu quelconque de ce groupe, une température élevée de l'air ambiant causera une sensation de chaleur qui s'exprimera par ces mots: « Il fait chaud! » Une brusque sensation de chaleur pourra s'exprimer par cette simple exclamation: « Chaud! » A chaque niveau du réel, ce fait prend l'apparence d'un phénomène distinct: le fait que tous les individus du groupe expriment par le mot « chaud » la même impression de chaleur est un phénomène social; le fait qu'un individu de ce groupe traduit par le mot « chaud » une impression de chaleur est un phénomène psychique; le fait qu'une sensation physique de chaleur provoque dans l'organisme une réaction motrice qui se traduit par l'émission d'un son « chaud » est un phénomène physiologique. Un même fait humain peut donc être considéré sous trois aspects: comme un phénomène social, psychique ou physiologique. Il importe de distinguer le fait et les phénomènes puisqu'un fait unique peut, en quelque sorte, se résoudre en une pluralité de phénomènes.

Il serait facile de multiplier dans tous les domaines des observations de ce genre. Un fait de réparation cellulaire peut être envisagé par rapport à l'organisme entier ou à la cellule ou à la matière, c'est-à-dire comme un phénomène physiologique, histologique ou physico-chimique. Il en est de même des faits d'assimiliation biologique, etc. A tous les niveaux nous voyons un fait ou une série de faits sous-tendre une pluralité de phénomènes ou de séries de phénomènes.

Une question se présente à l'esprit. Le fait est-il un faisceau de phénomènes réellement distincts ou les phénomènes ne sont-ils que des apparences, des aspects d'un même fait réellement un? La discussion prématurée de ce problème risquerait de nous entraîner dans un chemin sans issue; nous nous réservons de l'examiner plus loin, sinon d'en donner une solution.

C'est surtout pour l'historien des sciences que la distinction du fait et du phénomène présente à notre avis un intérêt pratique. Revenons aux faits de langue et supposons qu'on s'en tienne à l'examen des phénomènes. Ceux-ci ressortiront à trois disciplines différentes: le sociologue étudiera les faits de langue comme des phénomènes sociaux, le psychologue comme des phénomènes psychiques et le physiologiste comme des phénomènes physiologiques. Une telle dispersion, si elle était constante, ne laisserait pas de faire obstacle au progrès des connaissances. Pour que les langues humaines soient l'objet d'une recherche fructueuse, il est nécessaire qu'une discipline particulière, la linguistique, ait pour objet, non plus l'étude exclusive d'une série de phénomènes, mais l'examen intégral des faits. Sans doute il est indispensable que le linguiste soit exactement informé des méthodes et des résultats de la physiologie, de la psychologie et de la sociologie dans la mesure où ils intéressent sa recherche. Mais le progrès n'est possible que par la constitution d'une discipline autonome ayant en vue des faits et non plus uniquement des phénomènes.

Nous rejoignons ici des vues exposées par M. Bachelard dans son ouvrage sur *Le nouvel esprit scientifique* et reprises dans « Scientia » par M. P. Ducassé. Ces deux savants constatent « l'apparition significative, dans les habitudes d'esprit les plus familières à ceux qui font avancer en ce moment notre science, d'un primat du complexe, d'une conscience de la synthèse comme totalité préalable de l'acte explicatif et non comme conscience permanente de sa destruction possible en éléments rationnels. Ce primat tra-

duirait la moderne révolution « copernicienne » de l'empirisme, tenant désormais pour évidente l'inexistence du phénomène simple ».[1] Il semble qu'en distinguant, comme nous venons de le faire, le phénomène et le fait, on prenne une vision nette de l'objet de la science et on favorise cette « prééminence explicative du complexe sur le simple »[2] qui caractérise l'esprit actuel de la recherche.

***

Si la distinction du phénomène et du fait est d'accord avec les nouvelles tendances de l'esprit scientifique, il n'est pas inutile de chercher à reconnaître ses attaches dans le domaine des idées. En d'autres termes, nous devons nous demander à quelles attitudes mentales correspondent la notion de fait et celle de phénomène. On est d'abord tenté de dire que la prise globale d'un fait manifeste un souci de synthèse, tandis que la considération d'un phénomène résulte d'une fragmentation, d'une destruction du réel en éléments analytiques. Mais cette terminologie n'est pas sans inconvénients. Analyse et synthèse sont des opérations inverses et qui s'appliquent à des éléments extérieurs les uns aux autres. La synthèse reconstitue ce qu'avait défait l'analyse et celle-ci est la destruction d'un objet décomposé en ses éléments distincts. Mais les phénomènes ne se combinent pas dans le réel comme l'hydrogène et l'oxygène dans la molécule d'eau. Le sujet parlant distingue une réalité sociale et une réalité psychique; elles sont en fait inséparables. Analyse et synthèse n'ont ici aucun sens. Pour que ces mots eussent une signification, il faudrait admettre l'existence d'une âme collective dont chaque âme individuelle ne serait qu'une partie. Mais rien ne permet d'étayer cette conjecture. Ce qui est donné, c'est une réalité sociale qui est perçue globalement dans les individus et ne l'est pas en dehors d'eux. De même, dans la vie de la cellule, nous n'isolons un phénomène physico-chimique qu'en « supprimant par la pensée la différence qui sépare la matière vivante de la matière morte, et en incorporant la vie à notre univers matériel ».[3] Mais ce qui est donné est différent; c'est un ensemble où la réalité biologique est inséparable de la réalité physico-chimique. C'est pourquoi les mots synthèse et analyse nous semblent ici arbitraires et décevants; sans doute sont-ils d'un usage trop commun pour qu'on puisse songer à les proscrire; mais il serait plus exact de dire que le fait est perçu par la pensée intuitive, tandis que les phénomènes sont isolés par la pensée discursive ou le raisonnement.

Il apparaît dès lors que faits et phénomènes se rattachent respectivement à deux conceptions différentes de l'univers. Les faits se rangent dans un univers continu, perçu comme une réalité vivante à la fois une et totale. Les phénomènes sont discontinus ou du moins il nous semblent tels. Le fait est un point inséparable de l'unité totale. Le phénomène est un point par où se manifeste la diversité universelle. En employant des images nécessairement très imparfaites, on peut dire que dans un cas l'univers est conçu comme une sphère, tandis que dans l'autre cas il est semblable à une pyramide à gradins dont chaque assise correspondrait à un degré dans l'échelle des phénomènes.

Ces deux conceptions sont-elles inconciliables? S'excluent-elles dans la pratique à la façon d'un cercle et d'un polygone qui ne sauraient coïncider? Théoriquement, la quadrature du cercle est impossible, mais on conçoit qu'un polygone ait des côtés assez nombreux pour qu'il soit prati-

[1] *Méthode positive et méthode cartésienne*, « Scientia », 1-VII, 1937, p. 2.
[2] *Ibidem*.
[3] LECOMTE DU NOÜY, *Le Temps et la Vie*, p. 25.

quement équivalent au cercle dans lequel il est inscrit. Par un artifice analogue, la pensée discursive peut réussir à construire une image du monde voisine de celle qui est obtenue par la pensée intuitive. Partant du total qui est un, la pensée embrasse le multiple et, partant du multiple, elle remonte vers l'un. Ces deux opérations ne sauraient aboutir à des résultats contradictoires parce que, nous l'avons vu, le fait et le phénomène ne sont pas des réalités distinctes et qu'au surplus le même esprit les appréhende par la démarche intuitive ou discursive.

Une comparaison peut aider à saisir les fluctuations de la pensée oscillant entre l'un et le multiple. Pour se faire une image exacte d'un pays, on peut commencer par en prendre une vue en avion à une grande hauteur et insérer dans le cadre ainsi tracé des vues obtenues à des hauteurs décroissantes et de plus en plus précises. Une autre méthode consisterait à juxtaposer des plans parcellaires qui seraient ensuite schématisés. Ces deux méthodes aboutiraient à des résultats presque identiques. Pareillement la pensée discursive peut construire une image du monde qui rejoigne à la limite celle qui est réalisée par la pensée intuitive.

Envisagée de ce biais, la question de savoir si le fait est un ou constitué par un faisceau de phénomènes perd beaucoup de son importance. Le fait d'une part et les phénomènes d'autre part sont deux façons de penser un même objet. De même une figure géométrique et une équation algébrique peuvent être deux traductions d'une même réalité. A défaut d'une troisième manière d'appréhender le réel, nous en sommes réduits à critiquer la pensée discursive par la pensée intuitive, à contrôler l'intuition par le raisonnement. Mais nous ignorons dans quelle mesure l'une ou l'autre de ces démarches nous permet de remonter à la source même de l'être. Il est possible que l'unité soit imposée au réel par la pensée intuitive, tandis que la multiplicité résulterait nécessairement du raisonnement. L'intuition prend du réel une vision immédiate et instantanée; elle lui laisse sa fluidité, mais ce contact est instable et fugitif. Le raisonnement s'assure une prise durable, mais en rompant la continuité du réel. Nous ne saurions déterminer jusqu'à quel point l'une ou l'autre de ces réprésentations est adéquate à son objet, mais nous pouvons savoir laquelle est adaptée au but qu'on se propose et c'est là pratiquement le point essentiel. L'intuition augmente l'intensité de la vie spirituelle; condition première de l'inspiration et de l'invention, elle rend à l'esprit son élasticité et son élan. Le raisonnement est indispensable à la constitution de la science et à la conduite de l'action. Il serait vain d'opposer l'un à l'autre dans un stérile antagonisme deux facteurs de progrès qui peuvent être harmonieusement conjugués.

Paris, Collège de France.

J. PRZYLUSKI

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

"PHILOSOPHIA UNIVERSALIS„

Jamais la pensée de l'Occident ne fut isolée du reste du monde. L'opposition même d'Orient et d'Occident est relative, ayant pris des valeurs différentes à travers le temps. Notre civilisation est méditerranéenne, mais formée au confluent d'influences multiples, surtout asiatiques et africaines; l'Europe n'est qu'une extrémité de l'Eurasie, dont toutes les parties furent sans cesse, quoique plus ou moins, en rapport. Le contenu de la philosophie à travers l'immense continent atteste, depuis trois millénaires, des traditions différentes mais parallèles; on trouve partout, même quand la pensée servit à tout autre chose qu'à connaître, des thèmes constitutifs d'une « perennis philosophia ».

Dans *La Philosophie en Orient*, dernier fascicule de l' « Histoire de la Philosophie » de M. Emile Bréhier, nous avons situé sommairement la pensée européenne au sein de la pensée universelle.[1] Qu'il nous soit permis de présenter aux lecteurs de cette Revue quelques-unes des conclusions qui nous ont paru s'imposer.

Il est devenu impossible aujourd'hui, sauf par ignorance ou préjugé, de prétendre que l'Occident a eu le monopole de l'esprit philosophique. On ne saurait davantage admettre que l'Occident se soit jamais suffi à lui-même. Toute civilisation a impliqué quelque réflexion spéculative et les diverses parties de l'humanité furent sans cesse, quoique de façon variable selon les époques, en communication entre elles. Notre culture à nous ne sera jugée avec vérité que dans l'histoire universelle. Celle-ci sans doute est peu avancée, mais elle progresse assez pour avoir beaucoup à nous apprendre.

Maintes fois certes on a déjà objecté que le fait religieux serait peut-être universel, mais que la philosophie rationnelle dut être l'apanage exclusif de l'Europe. Simple défaut de documentation. Il y eut bien ailleurs que chez nous divers efforts de pensée libre, et ces deux tentatives: une scolastique de la foi, un positivisme, mènent très souvent de l'une à l'autre, réciproquement. Et pourquoi, sous le prétexte que seul l'Occident a constitué la science, aurait-il, seul aussi, conçu la philosophie? Oui, la physique mathématique s'élabora parmi nous; mais bien d'autres eurent l'idée que la diversité des phénomènes cache des proportions variables de quantité.

L'Europe se réduit à une fiction géographique. Par ses origines la culture dont nous détenons l'héritage n'est point « européenne », mais méditerranéenne, pour autant que les influences sumérobabyloniennes ont rencontré celles d'Egypte dans le bassin oriental du Mare Nostrum; par ailleurs notre intelligence s'est formée à spéculer sur la paradoxale synthèse entre des religions sémitiques et le λόγος des Grecs. Les langues que parlent la plupart des Européens

[1] Paris, Félix Alcan, 1938.

leur sont communes avec beaucoup d'Asiatiques; et nous devrions déplorer que la féconde découverte de Bopp n'ait pas renouvelé l'histoire universelle de la pensée, comme elle a bouleversé la science linguistique. L'unité de l'« Eurasie » mériterait de passer pour un fait incontestable, à la fois pour le géographe et pour l'historien. Maintes langues, races ou religions ont cheminé d'un bout à l'autre de l'énorme continent; la conquête sarrazine s'abattit sur l'Espagne, l'invasion des Huns, redoutable aux Chinois et à l'Inde, atteignit la France, et les Turcs originaires de Mongolie ont failli asservir l'Autriche. Rien de plus notoire que ces faits, mais il s'en faut de beaucoup qu'on leur reconnaisse toute la signification qu'ils recèlent.

***

Nous avons signalé naguère, dans notre *Philosophie Comparée*, [1] l'importance du parallélisme attesté par l'histoire entre ces trois filiations synchroniques: l'européenne, l'indienne, la chinoise, du VI^e^ siècle avant J-C. jusqu'à l'époque présente.

Partout le rite fut antérieur à la pensée pure. Mais quand on en fit l'exégèse au lieu d'en exercer la simple pratique, la religion se transposa en connaissance. Désormais, en face du culte abandonné aux ignorants ou tenu pour symbolique, se développe une gnose en laquelle le connaître intégral enveloppe l'être absolu. L'ontologie résulte de l'eschatologie: on veut s'évader du physique, accéder au transcendant pour se garantir la pérennité ou assurer la survie à ses morts. Ainsi la capitale révolution intellectuelle de l'antiquité consiste-t-elle en cette aspiration à des révélations secrètes, qui crée la mystique : mystères, Upanishads, religions de Zoroastre, de Mithra, du Jina, du Bouddha, de Jésus, de Mani, Taoïsme décèlent l'au delà du trépas dans l'au delà de l'expérience phénoménale. La dualité de la technique et de l'intuition, ces deux pôles du savoir, l'emporte en signification sur l'antithèse de la raison et de la foi, qui ne prend d'acuité que dans le monde chrétien. Toutes techniques s'apprennent, celles du penser comme celles du travail manuel, mais l'intuition de l'être ne s'obtient guère que par une sorte de grâce; seules les disciplines du yoga et du bouddhisme, d'un côté, du Tao de l'autre, promettent la vérité complète au terme d'une technique certes fort singulière, puisqu'elle effectue un vidage de l'esprit.

La considération de la pensée humaine dans son ensemble nous montre ainsi que mystique et raison partout s'associent ou se compensent, à des degrés variables. La raison nous ouvre la nature, parce qu'elle la crée; l'intuition révèle une surnature, par opposition. Ici ce que nous devenons, là-bas ce que nous sommes. Demeurer

[1] Alcan, 1923.

dans le devenir parut au méditatif méconnaître son essence, sa vraie nature, sa surnature; il a partout semblé, à travers le monde, que nous devions sortir du fait pour atteindre notre existence « de droit » ou mieux réaliser en fait ce que nous sommes en droit. Être, salut, liberté s'équivalent.

Mais ces thèmes favoris de la philosophie universelle se présentent de manière différente dans les trois principaux milieux philosophiques. La Grèce tient la pensée pour adossée à l'être: elle souhaite une vie conforme à la nature, qui est raison; par contre notre Moyen-Age, accablé du péché originel, découvre la nécessité d'une grâce divine, qui toutefois ne saurait être nécessitée; dès lors la vie mystique s'exprime en ce précepte: surnaturaliser tout ce que nous faisons. L'Inde du yoga, du bouddhisme, du tantra veut réaliser une transnature, elle s'y voue dans un complet mépris du fait — qu'elle défait — et en hommage au droit (dharma). La Chine harmonise, dans le taoïsme, l'homme à la nature; dans le confucéisme, la nature à l'homme; sans viser le surnaturel ni tenter aucun transnaturel, elle se consacre à parfaire, par éducation et politique, ou dans la prestigieuse efficience du non-agir, la « nature humaine ». Ainsi la Grèce et la Chine s'épanouissent en esprit classique et rationaliste; alors que l'Inde inaugure des génialités créatrices dont seuls les Fichte et les Novalis nous donnent en Europe quelque idée.

L'homme a fait ainsi de sa pensée les plus divers usages; il a essayé avec les ressources de sa vie de singulières entreprises. Ce qui engendre religions et philosophies, ce sont les postures et les rythmes, les danses et les concentrations, les gestes rituels et les prières, les connaissances et les magies. Cette conclusion corrobore la présomption de valeur que nous accordons aujourd'hui non plus seulement à l'épistémologie pragmatiste, mais aux psychologies du comportement. Ne croyons pas qu'il ait fallu attendre l'âge de la science positive pour que la connaissance prît toute son importance: elle a été tenue, plus que la foi, pour salvatrice. Mais on savait, et nous oublions, nous, depuis le XVII^e^ siècle — les Romantiques mis à part — que la pensée sert à bien d'autres efforts qu'à connaître. L'analyse ne l'épuise pas, ni la synthèse. Elle sert à vivre, à conserver, à anticiper; elle détruit et construit; elle rêve et travaille, s'incarne davantage ou se détache, exerce le corps ou s'exerce elle-même; elle en prend à son aise avec le temps et l'espace, elle décide qu'il y a ici ou là soit des tâches, soit des problèmes, selon ses fantaisies ou ses curiosités. Elle aime ou hait, engendre ou stérilise. Elle vibre aussi fervente en ses tentatives logiques, certes, que dans ses passions ou ses intérêts.

Mais prenons-y garde: la philosophie a toujours été relative aux civilisations, qui sont relatives entre elles. Chacune résulte d'une multitude de facteurs géographiques, historiques, individuels

et sociaux. Une science comparative des civilisations — qui devra se faire avec l'histoire pour base — est la condition d'une science générale de la pensée.

Jusqu'à l'expérience que tente l'Europe depuis Galilée, toute civilisation connue s'est fondée sur quelque religion. Les rites ont dans les milieux humains la même importance foncière que les instincts dans les espèces animales, ils créent un ordre des actes, et c'est pour interpréter, modifier, adapter cet ordre à des circonstances va-variables, que naît la réflexion, susceptible de devenir quelque jour capable de désintéressement. La réflexion se trouve stimulée par le fait que toute croyance vécue est nécessairement incomprise, en tant qu'héritée par ses fidèles de milieux beaucoup plus anciens, pour une large part étrangers. La velléité de rendre intelligible un culte que l'on pratique, suscite des mythes d'abord, puis des dogmes chargés de le justifier; quelques cultures se libèrent, ou presque, de la tradition sacrée.

Dans la mesure où l'Occident prétend s'abstraire de toute tradition, de la science comme des autres, il prend une place à part dans l'humanité. Quoi de plus important que de savoir ce qui nous a opposés au reste du monde, et ce en quoi nous lui restons homogènes? Nous ne pourrons pas, en effet, négliger toujours la portée des réactions, des répugnances que soulève notre science dans des milieux aussi spéculatifs que ceux de l'Orient. Nous n'en avons pas le droit, si nous aspirons à une vérité qui soit humaine, et non pas seulement occidentale. Or, tout comme nous nous trouvons fort sensibles aux prénotions des Orientaux, eux aussi se montrent aigus à déceler les aspects spécifiquement européens de notre savoir, en particulier de nos postulats critiques. Les civilisations ne s'accommoderont entre elles dans l'objectivité comme dans la justice, — conditions de la paix véritable, — que si chacune fait ainsi un effort sincère pour découvrir et bannir ses préjugés, compte tenu de l'appréciation que les autres portent sur elle. En résumé, une civilisation ne se connaît elle-même ni dans sa structure biologique, ni dans sa logique, ni dans ses croyances; elle ne se représente avec quelque force que ses aspirations, qui l'individualisent en égoïsme et la persuadent qu'elle forme le centre du monde. Tels que nous sommes, nous ne saurions nous atteindre de façon objective que dans l'humanité. Comme elle n'est le monopole d'aucune civilisation particulière, puisse-t-elle devenir l'idéal de chacune; mais elle restera notion vide ou utopie si elle ne s'alimente pas par l'assimilation des si diverses pensées humaines.

Paris, Sorbonne, École des Hautes-Études.

PAUL MASSON-OURSEL

SUR L'ÉTUDE DES COMÈTES ANCIENNES ET RÉCENTES

Dans le cadre du présent mémoire, il est question du développement successif de la science en allant jusqu'aux résultats les plus remarquables des temps modernes. A l'exposé des principales conquêtes de notre science succèdent des analyses des rapports périodiques qui se manifestent dans les phénomènes concernant les comètes, puis, les résultats récemment reconnus sur la déformation des orbites, ensuite, la comparaison de ce qui a été recueilli sur le démembrement des comètes et sur les systèmes de comètes, ainsi que, en outre, une brève description d'après les observations, visuelles ou photographiques modernes, de la véritable figure et de la nature physique de ces corps célestes.

Les comètes, qui de temps en temps deviennent visibles dans notre système solaire, lesquelles, de tout temps, furent l'objet de la curiosité et de l'étonnement des hommes, apparaissent d'une manière aussi subite, que, d'autre part, elles sont éphémères, en sorte que, même de nos jours, les astronomes et les profanes doivent se hâter pour apprendre quelque chose sur la nature de ces visiteuses qui s'approchent du Soleil et de la Terre et se perdent bientôt dans les rayons solaires ou bien que, diminuant d'éclat, elles s'évanouissent. Ces circonstances étaient déjà défavorables à l'étude des comètes, surtout avant la découverte du télescope, et il faut y ajouter l'idée, venue d'un certain côté et encore répandue il y a peu de temps, qu'il vaudrait mieux délaisser l'étude des comètes. Cela fut attribué, le plus souvent, à une certaine hostilité envers la science, mais il faut bien aussi se dire qu'ici s'est manifestée dans les choses une manière de voir mystérieuse et que l'étude des comètes a été notée, pour employer une nouvelle terminologie, comme une chose interdite aux enfants. Jusque dans le dernier siècle, cette idée tendancieuse était encore répandue et il s'y ajoutait la superstition populaire de la fatale signification des comètes, comme menaces de guerre, de famines, d'épidémies de toutes sortes de malheurs frappant durement les peuples. Si nous remontons à des époques très reculées, ni dans les inscriptions cunéiformes, ni chez les alphabets ancêtres de l'humanité, nous ne trouvons rien de tel, mais aussi seulement, à vrai dire, peu de choses sur les comètes en général. C'est seulement dans les vieilles Annales chinoises que nous trouvons des notes sur les comètes, et, en vérité, des notes très complètes. De la sorte, nous pouvons compter sur des renseignements relatifs aux comètes, datant de plus de 2500 ans, période considérable, mais qui, si l'on compte d'après les générations humaines n'est pas excessive. Que justement les Chinois se soient occupés d'astronomie avant tous les autres peuples, cela résulte encore de ce fait que la durée de l'année de 365 j. $^1/_4$ a été connue depuis le temps de l'empereur

Yao, vers 2360, comme aussi de l'établissement de l'ancien observatoire sur la terrasse de Péking, qui, cependant, avec ses sphères armillaires et ses autres instruments, appartient à une époque de beaucoup postérieure.

Aux temps anciens, en Europe, y compris le temps des Grecs et des Romains, nous n'avons que de rares renseignements sur les comètes. On dit qu'une comète a été vue pendant la bataille de Salamis. Sénèque aussi en mentionne quelques cas. Plus tard on sait qu'Aristote considéra les comètes comme des phénomènes atmosphériques (vapeurs), théorie qui répandue par la suite, explique le peu d'intérêt de ces temps et de ceux qui suivirent pour ces objets.

Les renseignements que l'on trouve dans l'Encyclopédie de « Ma-tuan-lin » sur les comètes vont jusqu'à l'année 1646 de notre ère. De cette manière, on peut compter sur un nombre de plus de 1000 comètes qui, pendant 20 siècles, jusqu'en 1900 sont apparues tous les siècles sans exception. Les premières observations appropriées à un calcul d'orbite datent de 1456.

De toutes les comètes du dernier siècle, celle de Donati, année 1858, est le plus bel objet de cette sorte, quoiqu'il n'ait pas été le plus éclatant. Lorsque cette comète fut découverte le 2 juin par Donati à Florence, c'était une faible tache lumineuse de 3' de diamètre qui se trouvait dans la constellation du Lion et se déplaçait lentement vers le nord. Peu à peu, son éclat et son mouvement s'accrurent, dans la mesure où cet objet se rapprochait du Soleil, mais pourtant, au mois d'août, elle n'était pas encore visible à l'œil nu. La comète atteignit son périhélie le 29 septembre et fut à sa plus faible distance de la Terre le 10 octobre. Elle était alors devenue un brillant phénomène céleste et demeura telle pendant plusieurs semaines au-dessus de l'horizon ouest, avec une queue longue de 60° et régulièrement courbée. Elle offrit un merveilleux spectacle, en particulier lorsque, le 5 octobre, elle passa tout près de la brillante étoile Arcturus.

Il a été annoncé entre autres par J. Herschel, que la comète de Tebbutt, qui était également visible en Europe, à la fin de juin 1861, au voisinage du Soleil, doit avoir surpassé la comète de Donati en éclat. Cette comète développait sa queue rectiligne sur une longueur d'environ 70°, qui cependant, se réduisit en deux semaines à 25°, après quoi, en août, elle disparut à la vue simple. La comète de Donati fut aussi, en quelque sorte, dépassée par la grande comète de 1843, qui fut visible dans l'hémisphère sud. Le noyau de cette comète doit avoir atteint l'éclat de Vénus et sa queue s'étendait sur $^1/_3$ de la voûte céleste. Entre toutes les comètes, c'est celle-ci qui s'est le plus approchée du Soleil (à une distance de 0,006). Cependant, il faut y joindre encore quatre comètes qui suivent à peu

près la même orbite et ayant la même distance au périhélie, c'est un système de comètes sur lequel nous reviendrons.

Si nous voulons encore revenir en arrière, le record revient à la comète de 1744, qui, d'après une description due à de Chéseaux n'avait pas moins de six queues formant un éventail. Cette description ainsi que le dessin s'y rapportant a d'ailleurs été mise en doute, mais plus tard, soumise à une critique spéciale, elle a été reconnue pour certaine. D'après des expériences récentes, les suppositions de de Chéseaux sont aussi parfaitement compréhensibles. Des prises photographiques de la brillante comète de 1910, faites à l'observatoire Lowell, dans l'Arizona, montraient, à côté de la queue principale, quelques parties de queue détachées, qui, pendant le mouvement de la comète s'en étaient en quelque sorte séparées et restaient en arrière. Après une autre prise, la queue était fendue à l'extrémité, et, à cette occasion semblait formée de deux parties. En outre, de la tête émanait, à côté de la queue principale longue de 18°, une courte queue voisine, phénomène fréquent chez les comètes. Un système développé en forme d'éventail de quatre queues et encore plus fut aussi celui de la grande comète ci-dessus mentionnée de 1861, dont la queue a d'ailleurs été décrite comme recti ligne, comme déployée sur un angle largement ouvert, ainsi qu'un dessin, à vrai dire quelque peu incomplet de G. Williams, l'a montrée dans une certaine analogie avec le dessin de de Chéseaux de la comète de 1744. Relativement à ceci, il y a de l'intérêt à rappeler que les photographies que l'on a prises de la comète Morehouse 1908, montraient diverses formes de queue qui alternaient l'une avec l'autre, p. ex., le 23 septembre, une large émanation, qui peu à peu, se transforma en un angle d'environ 10°, ce qui est, sans contredit, la forme de queue prédominante chez les comètes — mais par contre, le 28 septembre et à d'autres dates, une large émanation, angulaire d'environ 45°. Cette comète, qui a offert aux astronomes une diversité de formes changeantes, et qui a été photographiée avec zèle, a aussi montré ce merveilleux phénomène que la vitesse de l'écoulement dans la direction de la queue allait en s'accroissant le long de celle-ci, parfois moins de 18 km. par seconde jusqu'à plus de 80 km., depuis le commencement de la queue jusqu'à la fin. Ce comportement, en général est compris comme une accélération due à des forces de pression agissant par émanation du Soleil, mais cela s'explique aussi bien si on admet qu'à de plus grandes distances du noyau, les vitesses sont plus grandes parce que ce sont les plus fortes émanations du noyau qui vont aussi le plus loin avant qu'elles ne s'amortissent et qu'ainsi de plus petites vitesses se trouvent plutôt au voisinage du noyau parce qu'une majorité d'éruptions peu fortes n'atteignent que de courtes distances avant de s'éteindre.

2. – *Périodicité.* – Pour le premier développement de notre

savoir sur la nature des comètes, la comète dite de Halley a été d'une importance décisive. A l'occasion de ses études sur 21 orbites de comètes, Halley trouva, pour la comète ci-dessus mentionnée de 1456, une durée de révolution d'environ 76 ans. Des études poursuivies montrèrent en outre la grande similitude des comètes de 1531, 1607 et 1682 en sorte qu'il parut vraisemblable que, dans ces différents cas, il s'agissait d'une seule et même comète qui revenait périodiquement, décrivant une orbite elliptique autour du Soleil. Conséquemment, Halley en 1705, fit prévoir le retour de la comète pour la fin de 1758, ou le commencement de 1759. Lui-même ne le vit pas de son vivant. Ce fut un profane s'intéressant à l'astronomie, le cultivateur Palitsch, de Prolis près de Dresde, qui le 25 décembre 1758, découvrit la comète. Ce fut le premier exemple du mouvement d'une comète dans une orbite elliptique. La comète de Halley appartient au groupe neptunien des comètes, ainsi nommé parce que la distance aphélie de ces comètes est à peu près égale au rayon de l'orbite de Neptune. A ce groupe appartiennent les comètes d'Olbers, de Halley, de Westphal et de Brorsen-Metcalf, qui toutes sont revenues, pendant trois décades en ce dernier siècle, de même aussi de la comète 1846 IV de Vico, dont la découverte en 1921 n'a pourtant pas été faite. A ce groupe, il faut ajouter les comètes Dubiago 1923 et Dodwell-Forbes 1932. Latéralement à l'identification faite par Halley des comètes 1531, 1607, 1682, on peut nommer aux temps modernes, la preuve, donnée par Crommelin, de l'identification des trois comètes 1818 I, 1873 VII, 1928 III. Période, 55 ans.

Les autres comètes périodiques dans le système solaire, — jusqu'à nouvel ordre 28 objets dont le retour s'est produit, — se distinguent par leurs périodes plus courtes. On distingue le groupe jupitérien, d'à peu près 24 comètes, dont l'aphélie se trouve au voisinage de l'orbite de Jupiter. En outre, nous trouvons auprès de l'orbite de Saturne, trois aphélies de comètes, Tuttle I, Schwassmann-Wachmann I, Neujmin I, périodes 13,5, 16,3 et 17,7 années, et, auprès de l'orbite d'Uranus, la comète Pons-Forbes, période 28,7 années. Les autres comètes ont principalement des orbites presque paraboliques, dans les cas d'ellipses très allongées avec une durée de révolution pouvant atteindre plusieurs milliers d'années. Ce qui, de ces derniers temps a un très grand intérêt, c'est que les rares comètes hyperboliques, si, revenant en arrière, on considère les perturbations exercées par les planètes, ont eu jadis des orbites elliptiques très allongées, en sorte que, à l'origine, elles ont appartenu au système solaire et n'y sont peut-être pas entrées, venant de l'espace infini. La première recherche de cette sorte se rapportait à la comète 1886 II, pour laquelle Thraen calcula une diminution d'excentricité de 1,000220, (1886) à 1,000002, (1882). Presque sans

exception, c'est une semblable relation qui fut trouvée pour la plupart des comètes hyperboliques étudiées par Strömgren.

Tandis qu'il faut regarder comme certain que les comètes du groupe jupitérien ont été réellement capturées par Jupiter, comme, pour ainsi dire, cela est déjà arrivé en deux cas sous nos yeux, on se demandera comment il se fait qu'à Uranus et à Saturne on ne doive attribuer qu'une et trois comètes, tandis qu'à Neptune, planète plus petite, il en revient huit. La comète Mellish, 1917 I, à la période de 145 ans avec une distance aphélie de 55 ne pouvait tout d'abord être attribuée ni à Neptune, de distance 30, ni à Pluton, de distance 39,6. D'après ces bases de divers côtés, p. ex., de Vsessviatsky, la théorie de la capture fut tout à fait abandonnée. Pour le groupe neptunien, Russel fit cette remarque sans doute frappante, que les orbites de ces comètes ont surtout de grandes inclinaisons, en sorte que la capture des comètes, malgré l'égalité de la distance des aphélies avec le rayon de l'orbite de Neptune devait être écartée. Pour qu'il y ait capture, il faudrait que l'aphélie tombe au voisinage du nœud, au contraire, les relations sont les suivantes:

Comète	Inclinaison	Périhélie moins nœud (I 180°)	
Westphal	41°	37°	37°
Brorsen-Metcalf . . .	19°	130°	–50°
Pons-Brooks	74°	199°	19°
Olbers	44°	65°	65°
Halley	18°	–112°	68°
1818 I 1873 VII 1928 VI	32°	188°	8°
De Vico	85°	13°	13°
Dubiago	22°	97°	97°
Dodwell-Forbes . . .	24°	–33°	–33°

Une possibilité non exclue serait que, si l'une ou l'autre comète est capturée, la distance angulaire aphélie-nœud pourrait éprouver plus tard des changements, comme d'après la comparaison.

Sous ce rapport, mentionnons un cas du problème des trois corps avec des masses égales, dont le calcul a été récemment fait, où, d'après 11 révolutions, le périhélie a tourné de 139°, pour, ensuite, après 4 révolutions, revenir à la position de départ. Pour les comètes, les relations sont quelque peu différentes. Une rotation régulière est ici exclue et il faut la remplacer par des rotations périodiques dont il pourrait être difficile de deviner la marche en particulier.

3. – *Déformation des orbites.* – Le cas le plus remarquable de cette catégorie a été donné par la comète Brooks 1889 V. D'après la détermination de l'orbite par Chandler, sa période était de 7,07

années. Après sa découverte en juillet 1889, Barnard trouva le 1er avril, deux petites comètes qui précédaient la comète principale d'une faible distance (60" et 74"); de celles-ci en particulier, il y en avait une qui était exactement la miniature de la comète principale. Trois jours plus tard, deux autres petites comètes s'étaient encore détachées de la grande, en sorte que, maintenant, il y avait cinq comètes suivant à peu près la même orbite et dont les queues avaient presque la même direction. Les deux dernières disparurent bientôt, mais les deux premières restèrent visibles jusqu'au mois de septembre. Barnard suivit la comète jusqu'en janvier 1891, 555 jours après la découverte, et aucune autre comète n'a été observée aussi longtemps. Chandler et Poor calculèrent rétrospectivement la marche jusqu'en 1886, par quoi il ressortit que la comète était alors entrée dans la sphère d'action de Jupiter et même passa à l'intérieur du cinquième satellite de Jupiter, cependant avec une inclinaison de 70° sur le plan des satellites, qui, par suite, ne furent pas troublés, tandis que l'orbite de la comète, qui par rapport à Jupiter était une hyperbole avec une excentricité un peu plus grande que 1, se tournait de près de 180°, en sorte que l'orbite, par rapport au Soleil, changea du tout au tout. Avant 1886, la comète avait une durée de révolution de 31,38 ans. Le sort des comètes, comme nous le voyons, est incertain, et le calcul ne se laisse malheureusement pas porter à une forme régulière. Depuis que la comète est revenue régulièrement, à plusieurs apparitions, et a été observée, il est survenu encore, entre 1924 et 1925 une approximation à Jupiter jusqu'à une distance de 0.08 et la comète resta alors huit mois dans la sphère d'action de la planète, de laquelle, d'après le calcul de Dubiago, elle sortit avec une position de son orbite complètement changée, mais avec une période à peine modifiée. Conformément au calcul fait à l'avance par Albitzky à Siméis en Crimée, elle a été retrouvée et revient toujours maintenant. L'identité avec la comète de Lexell, mise en doute, devrait être exclue.

La comète nommée en dernier lieu, découverte par Messier, en 1770 fut calculée par l'astronome finnois Lexell, qui estimait la période de sa révolution à 5,5 années. Laplace s'intéressa à cette comète, qui ne fut vue ni avant ni après. Il provoqua une nouvelle recherche sur celle-ci par Burckhardt, qui confirma l'exatitude des calculs de Lexell. En l'année 1767, par conséquent, la comète était entrée dans la sphère d'action de Jupiter, et l'orbite relative était ici une hyperbole. Il fut mis en évidence que, jadis, le demi grand axe avait été 13,3 et la distance du périhélie au Soleil 5,08, ce qui faisait que la comète n'aurait pu être visible. [1] En l'année 1779, il y eut encore un rapprochement avec Jupiter, et, d'après

[1] Ordinairement les comètes ne sont visibles que depuis une distance égale à 1 ou au rayon de l'orbite de la Terre.

le calcul de Burckhardt lors de celui-ci, la distance périhélie devint 3,33 pour laquelle la comète aurait dû également être invisible. Laplace dit que, de toutes les comètes, elle est celle qui s'est le plus approchée de la Terre, lors de son apparition en 1770.

Finalement, la comète découverte par Max Wolf le 17 septembre 1884, ne doit pas être passée sous silence ici. La durée de sa révolution était primitivement 6,8 années. Après qu'on l'eut observée à six de ses apparitions, on ne la retrouva pas en 1905; elle se trouva en 1922, d'après les excellents calculs de Kamienski (Tokyo, Annalen, Vnr5, et Astr. Nachr. 216.113), lors de son passage à l'aphélie, pendant 160 jours dans la sphère d'action de Jupiter, d'où elle sortit avec une période tout à fait changée de 8,3 années. Celle-ci, l'orbite d'à présent, est presque identique à celle dans laquelle, primitivement, se mouvait la comète, avant que, en 1875, elle fût transformée par l'action de Jupiter en l'orbite avec une période de 6,8 années, qu'elle décrivait quand on en fit la découverte.

4. – *Division des comètes et des systèmes de comètes.* – Dans la section précédente, il a été fait mention de la division en cinq parties de la comète de Brooks. Sur la comète de Biéla, dont la division en deux comètes est généralement connue, nous n'avons rien à dire ici. Il y a pourtant de l'intérêt à mentionner que la grande comète de 1882 montrait un noyau allongé, à l'intérieur duquel se trouvaient quatre noyaux lumineux à une petite distance les uns des autres, et en ligne droite dans la direction de la queue. Les Annales chinoises enregistrent trois comètes accouplées qui en 892, parcouraient ensemble leur orbite. C'est seulement l'astrophotographie qui a montré clairement de quelle manière se produit la division en nouvelles comètes plus petites et non partant peut-être seulement en des points isolés du noyau. Très impressionnante, a ce point de vue, fut la remarquable comète Morehouse de 1918, qui, en une certaine occasion, montra une touffe de comètes dans sa queue, qui, sans doute, se perdaient plus tard dans sa queue principale.

Mentionnons encore les systèmes de comètes, qui d'ailleurs, à la vérité, décrivent des orbites analogues, sans que, cependant, il puisse s'agir du retour d'une seule et même comète. A proprement parler il n'y a qu'un seul système de cette sorte auquel il n'y ait pas d'objection à faire, et c'est celui qu'a indiqué H. Kreutz à Kiel, c'est à savoir les comètes déjà mentionnées ci-dessus de 1668, 1843 I, 1880 I, 1882 II, auxquelles plus tard la comète de 1887 I est venue se joindre. Toutes ces comètes sont rétrogrades. Il est évident qu'ici aussi il s'agit de la division d'une seule comète primitive, qui, seulement, était d'une période incomparablement plus longue que dans les cas mentionnés plus haut. D'un autre côté, on a supposé que la grande comète de septembre 1882 III s'est séparée en

quatre comètes, qui se meuvent autour du Soleil en des périodes de 670, 770, 880 et 960 années. Mais dans ce cas et dans quelques autres de cette nature, la preuve n'est pas encore bien certaine.

5. – *Figure et nature physique des comètes.* – Tandis que les anciennes représentations des comètes sont, en général, tout à fait primitives, il y a cependant des dessins, comme de la comète de Halley en 1835, de la comète Coggia 1874 III, de la comète Donati 1858 (Bond), qui, d'une certaine manière, surpassent les reproductions photographiques récentes. En particulier, les enveloppes autour du noyau se voient nettement et montrent comment le rayonnement du noyau vers le Soleil, repoussé par la suite en arrière, passe dans la queue. De la comète de 1861 (voir ci-dessus) il a été rapporté qu'en peu de temps elle avait formé jusqu'à onze enveloppes. Dans beaucoup de cas, de telles enveloppes successives, p. ex., dans la comète Morehouse, ont été prouvées par la photographie. Si on fait abstraction des changements non durables, la comète 1911 Brooks semble bien appropriée à donner des éclaircissements sur la structure des comètes. Cette comète était tellement lumineuse que, même dans le chercheur, elle pouvait servir à éclairer le champ. D'apres les notices, il s'ensuivait ceci: autour du noyau, saturé de jaune et semblable à une étoile, se fermait tout d'abord une enveloppe verte (1), en dehors de laquelle se trouvait une plus grande enveloppe violette (2). La queue s'étendait avec la même couleur, comme celle-là, vers l'arrière, cependant, en telle sorte que les deux apparences lumineuses se superposaient, l'enveloppe en forme de bouclier formant voûte au-dessus de la queue; l'ensemble, pouvait-on dire, ressemblant à un champignon. En opposition à cela, rapprochons à la description suivante de la comète 1811 I, par J. Herschel: « La couleur de la tête de la comète est verdâtre ou d'un bleu gris; la couleur de l'enveloppe lumineuse (ou plutôt le noyau) jaunâtre ».

En correspondance avec cette structure, on devrait s'attendre à des différences spectroscopiques. C'est ainsi que Baldet et d'autres auteurs considèrent des spectres particuliers: dans la tête ce que l'on appelle le Swanspectrum (CH ou C_2 ou les deux à la fois), dans la queue des bandes doubles, qui semblent maintenant appartenir à CO sous une faible pression, comme on sait, ici encore se joint une combinaison de charbon et d'azote. Le spectre du noyau est déjà plus compliqué, et, si encore les lignes de l'hydrogène H_1 et H_2 se manifestent, il se présente une diversité de lignes dont l'explication doit rester réservée à de futures recherches.

Ytter Enhörna (Suède).

K. Bohlin

(Traduit par E. Doublet, Palaiseau).

OXIDATION AND REDUCTION

Although processes involving oxidation and reduction have been known from the earliest times, it is only since the work of Lavoisier about 1775 that they have been correctly understood. At first, oxidation and reduction were considered to be due to addition and removal of oxygen, but later discoveries have shown this scheme to be too narrow. At present three types of oxidation-reduction processes are recognised and the participation of electrons in many such systems is regarded as probable. Oxidising and reducing powers may be expressed quantitatively by means of electromotive force measurements. It has been shown that typical oxidation-reduction (« redox ») potentials may be set up in the absence of water. The so-called « redox indicators » change colour in small ranges of redox potential and are becoming important in analytical chemistry.

1. – An important group of phenomena is related to what are known in Chemistry as processes of oxidation and reduction. Such processes include the combustion of fuels, providing the source of most of the energy utilised in modern civilisation; the reduction of metals from ores by smelting; the vital processes of respiration and muscular activity; and a number of minor processes. Most of these processes have been known from the earliest antiquity [1] but their correct explanation dates to comparatively recent times, some of them being still not completely understood.

When a combustible such as wood, charcoal or sulphur burns, the production of fire accompanies the chemical change, and the early views on the nature of combustion are very peculiar. It was at first thought that an element fire existed, which had the property of devouring other bodies and converting them into itself. The alchemists believed that combustible bodies contain some principle which they called *sulphur*, which gave them the property of combustibility; Becher in 1669 replaced this sulphur by a hypothetical earth which he called *terra pinguis*, and this idea was developed into a chemical theory by Stahl, who gave to the combustible principle the name *phlogiston*.[2] The conversion of metals into calces or drosses on heating in air was recognised as analogous to combustion, and since the calces were converted into the metals by heating them with combustible bodies, it seemed rational to assume that in this process of reduction the phlogiston was transferred from the combustible body to the calx, and hence that a metal was a compound of the calx and phlogiston. Although the correct explanation of these processes could have been deduced from the

[1] PARTINGTON, *Origins and Development of Applied Chemistry*, London (Longmans, Green and Co.), 1935.

[2] J. R. PARTINGTON and D. MCKIE, *Historical Studies on the Phlogiston Theory*, Parts I and II, « Annals of Science » London (Taylor and Francis), 1937, *2*, 361; 1938, *3*, 1.

experiments and theories of Hooke (1665) and Mayow (1674), who had shown by experiment that in combustion, calcination and respiration something is taken from the air,[1] the theory of phlogiston persisted until the close of the eighteenth century.

2. – The true explanation of combustion, calcination and respiration came with the great revolution in chemistry effected by Lavoisier,[2] beginning in 1775 and made possible by the experiments of Black, Priestley and Cavendish, reinforced by the rigorous quantitative experimental method of Lavoisier himself. The new doctrine postulated that in combustion, calcination and respiration there is combination with *oxygen* present in the air, reduction being the reverse process, *i. e.* removal of oxygen, which is the « supporter of combustion » *par excellence*. This theory had to be modified as a result of the work of Davy, which showed that other elements, such as chlorine, can serve as supporters of combustion, and this constituted the first step towards the extended and generalised theory of oxidation and reduction which holds to-day.

3. – One of the tenets of the alchemists was that the so-called reguline properties of metals, viz. their lustre, high density and malleability, were due to the presence in them of a principle which they called *mercury*; when the removal of metallic properties was referred of combination with a non-metallic element, oxygen, many chemists felt that the explanation was somehow lacking in conviction. The modern theory of metals supposes that these consist of positively charged *ions* and negative *electrons*. The positive ions are present the oxides and salts of the metals: $(Me^{++} + 2e_{-}) + O = Me^{++} + O^{--}$ in association with negatively charged ions of oxygen or acid radicals; in the metal these are replaced by the electrons. Hence it appears that the specifically metallic or reguline properties of metals are due to the electrons, and there is a grain of truth in the old phlogiston theory; for, if we substitute electrons for phlogiston, we see that a metal can be regarded as a compound body, an association of positive ions (present in the calx, or oxide) and negative electrons. It is interesting to notice that those metals which are most avid of oxygen, such as the metals of the alkalis, are those which readily emit electrons on exposure to light of short wave-length.

4. – In the course of development of the theory of Electrolytic Dissociation proposed by Arrhenius in 1887, another conception of oxidation and reduction was evolved. This was based on the modifications of the electric charges on the ions which result from such processes. A salt of iron in a low state of oxidation, such as ferrous sulphate, is converted by oxidation into a salt of iron in a high state of oxidation, such as ferric sulphate. When oxy-salts

[1] PARTINGTON, *A Short History of Chemistry*, London (Macmillan), 1937, 65 ff.
[2] MCKIE, *Antoine Lavoisier*, London (Victor Gollancz), 1935.

only are considered, this process can be explained on Lavoisier's theory, since the two salts can be formulated as compounds of a lower and higher oxide of iron with the acid anhydride:

ferrous sulphate = $Fe\,O\,.\,SO_3$; ferric sulphate = $Fe_2\,O_3\,.\,3\,SO_3$.

The same phenomenon may, however, appear in the absence of oxygen, as for example by the action of chlorine:

ferrous chloride = $Fe\,Cl_2$; ferric chloride = $Fe\,Cl_3$.

Since the salts are electrolytically dissociated into ions, *the process of oxidation may be regarded as one in which the positive charge of an ion increases, reduction being the converse process by which the positive ionic charge is diminished.* The action of chlorine, for example, is: $Fe^{++} + Cl = Fe^{+++} + Cl^-$, the chlorine being at the same time reduced, since it acquires a negative charge on conversion into the ion. This process illustrates a feature common to all oxidation-reduction reactions, viz. that an oxidation is always associated with a reduction and *vice versa.* Another example of ionic oxidation is the conversion of the ferrocyanide ion, $Fe\,(CN)_6^{----}$ with four negative charges, into the ferricyanide ion, $Fe\,(CN)_6^{---}$ with three negative charges. (A decrease in negative charge is equivalent to an increase in positive charge, *i. e.* to oxidation). Since the positive charge on an ion is increased by withdrawing negative electrons, and is decreased by adding negative electrons, it is seen that a very simple interpretation of such processes follows from the modern theory of atomic structure. In this the atom is supposed to consist of a positive core surrounded by negative electrons, the latter being capable of removal or addition within definite limits: $Fe^{+++} + e \rightleftharpoons Fe^{++}$. This process is reversible, and we may assume that in solution an equilibrium is established, with a very small concentration of free electrons: $[e\ ] = k[Fe^{++}]/[Fe^{+++}]$. If a strip of platinum is immersed in the liquid, the free electrons in the metal, such as platinum, must come into a definite relation with those in the solution and, since the concentrations are not usually equal, there will be a redistribution of electron concentrations, the metal acquiring an electric charge and being at a different potential from the solution. Such oxidation-reduction potentials, now generally known as *redox potentials*, are measurable by ordinary methods and they furnish a measure of the oxidising or reducing power of the reagent in the solution. This very important result was deduced by Ostwald and the earliest measurements of redox potentials were made by Bancroft.[1]

[1] S. GLASSTONE, *Electrochemistry of Solutions*, London (Methuen), 2nd edit., 1937; S. GLASSTONE and A. HICKLING, *Electrolytic Oxidation and Reduction*, London (Chapman and Hall), 1935; L. MICHAELIS, *Oxydations-Reduktions-Potentiale*, 2nd edit., Berlin (Julius Springer), 1933; L. MICHAELIS, *Oxidation-Reduction Potentials*, transl. by L. B. Flexner, Philadelphia and London, 1930; I. M. KOLTHOFF and N. H. FURMAN, *Potentiometric Titrations*, 2nd edit., New York, 1931.

5. – Before passing to a consideration of redox potentials it may be pointed out that the ionic conception of oxidation and reduction finds little application in a large number of reactions in Organic Chemistry, since the carbon compounds are not usually ionised. In the conversion of alcohol, $C_2 H_6 O$, into aldehyde, $C_2 H_4 O$, for example, the simplest explanation of the action of the oxidising agent, such as chromic acid, is that it withdraws hydrogen from the molecule oxidised: $C_2 H_6 O + O = C_2 H_4 O + H_2 O$. Although this withdrawal of hydrogen may be effected by the action of oxygen, in which case water is formed, this is not formally necessary, so that oxidation in this sense may be defined as removal of hydrogen and reduction as addition of hydrogen. The conversion of quinone into hydroquinone is a case in point: $C_6 H_4 O_2$ (quinone) $+ 2H = C_6 H_4 (OH)_2$ (hydroquinone). This system can function with a reversible redox potential if the hydrogen is transferred in the form of ions and the so-called *quinhydrone electrode* is now extensively used in the measurement of hydrogen ion concentrations: $C_6 H_4 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons C_6 H_4 (OH)_2$. Since the potential of a single electrode cannot be measured, it is necessary to combine the quinhydrone or other redox electrode with another, constant, electrode, which in aqueous solutions is usually the so-called calomel electrode, Hg, HgCl, KCl solution. In non-aqueous systems this has been replaced by Ag, AgCl solution. The combination of the two electrodes forms a cell.

6. – In his discussion of redox potentials, Ostwald pointed out that every reducing agent could theoretically be replaced by hydrogen gas under an appropriate pressure, and every oxidising agent by oxygen gas under an appropriate pressure. Thus, in a solution containing ferrous and ferric ions, we may postulate the equilibria:

$$Fe^{++} + H^+ \rightleftharpoons Fe^{+++} + H \quad \text{and} \quad 2H \rightleftharpoons H_2 ,$$

$$\text{hence } [H] = k \frac{[H^+]\,[Fe^{++}]}{[Fe^{+++}]} ,$$

where k is the equilibrium constant.

By substituting in the equation for the hydrogen electrode we readily find the redox potential:

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{[Fe^{+++}]}{[Fe^{++}]} ,$$

or, generally, if [Red] replaces $[Fe^{++}]$, and [Ox] replaces $[Fe^{+++}]$, we find:

$$E = E_0 + \frac{RT}{yF} \ln \frac{[Ox]}{[Red]} .$$

In this equation, R is the gas constant, T the absolute temperature, y is the charge transfer in the process, e. g. $y = 1$ for the process $Fe^{++} = Fe^{+++} + e_-$, and F is the ionic charge per gram equivalent, called the faraday. The value of E_0 is the redox potential when [Red] = [Ox]; since the logarithm then vanishes. The experimental curves show the values of the redox potential for a particular system,[1] and the S-shape of the curves is characteristic of all reversible oxidation-reduction systems.

In more accurate work, the concentrations of the ions must be replaced by their so-called *activities*, since electrolytes do not follow the simple law of mass action which was used above in setting up the equilibrium equations. Redox potentials have recently been studied from this strict point of view, e. g. for the thallous-thallic ion system, $Tl^+ \rightleftharpoons Tl^{+++} + 2e_-$, for which $y = 2$ in the above equation.[2]

7. – The formulation just given would assume that hydrogen ions should play a part in all oxidation-reduction processes, and Wieland has gone so far as to postulate that all oxidations depend on the removal af hydrogen. In order to make this scheme applicable to all oxidation-reduction processes, it is often necessary to assume that water also plays a part, and in the oxidation of sulphur dioxide to sulphur trioxide by oxygen gas in contact with red-hot platinum the following reactions are assumed to occur:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$
$$H_2SO_3 = H_2 + SO_3$$
$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 = H_2O.$$

This idea is forced and since it will be shown below that oxidation-reduction equilibria can be established in the absence of water, it cannot have general validity.

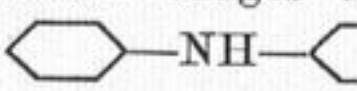
8. – The theory of redox potentials which postulates the intervention of hydrogen and hydrogen ions was supported by some experiments of Nernst, who showed that when a thin palladium bulb is immersed in a solution of a reducing agent, hydrogen gas can be pumped from the inside of the bulb. Palladium metal is readily permeable to hydrogen, and it thus appeared that free hydrogen atoms were present in the solution, in equilibrium with hydrogen ions. Whilst this may be the case in solutions in water, it cannot apply in the case of solutions free from water and made up with solvents which cannot furnish either free hydrogen or hydrogen ions. Such solvents are pyridine, C_5H_5N, and acetonitrile, CH_3CN.

[1] J. R. PARTINGTON and J. W. SKEEN, *Oxidation-Reduction Potentials in Non-Aqueous Solutions*, Parts I and II, «Trans. Faraday Society,» 1934, *30*, 1062; 1936, *32*, 975.

[2] J. R. PARTINGTON and H. I. STONEHILL, *The Thallous-Thallic Oxidation-Reduction Potential*, «Trans. Faraday Society», 1935, *31*, 1357.

The hydrogen in these compounds cannot function as hydrogen ions. These solvents will dissolve anhydrous metal salts, and by taking such pairs of salts as ferric and ferrous chlorides, $FeCl_3$ and $FeCl_2$, and cupric and cuprous thiocyanates, $Cu(CNS)_2$ and CuCNS, it is possible to set up cells giving reversible redox potentials, and to show that these potentials follow the typical curves [1] with varying ratios of [Red] / [Ox]. It seems necessary to suppose that in such solutions the redox potential is established by the presence of very small concentrations of free electrons in the solution, and it appears reasonable to postulate the same origin of the potential in all solutions, including aqueous solutions, which contain redox systems. This view, in fact, is now generally adopted.[2]

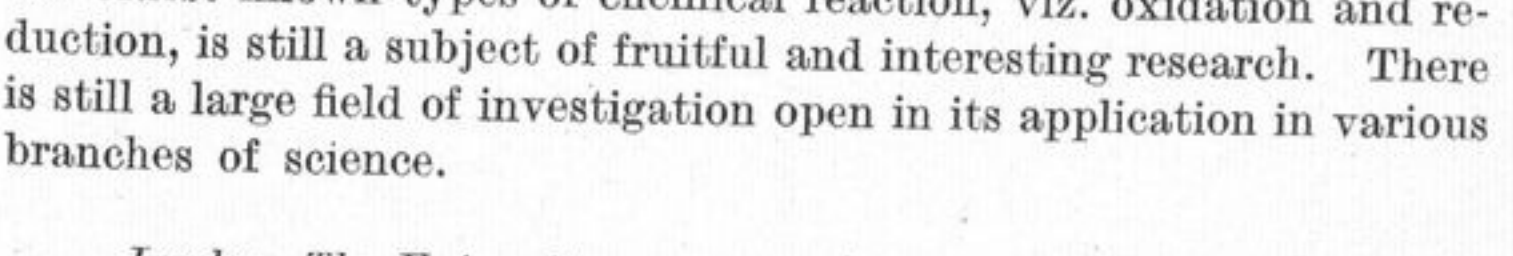
9. – Since a great variety of biological processes involve oxidation and reduction, generally brought about by the catalytic activity of specific enzymes, their study from the physico-chemical standpoint offers a wide field of research. A great amount of interesting and valuable work has, in fact, been carried out already in this direction, but space forbids any mention of it here.[2] One great difficulty in this field is that such processes are only infrequently thermodynamically reversible, so that their study by measurements of redox potentials presents great difficulties both experimentally and by way of interpretation. It has been found possible in some such cases to bring an electrode into equilibrium with a redox system by introducing small amounts of a third substance which is capable of functioning as a reversible redox system, e. g. small quantities of ferric ions, and it may be expected that a more extensive study of such *potential mediators*, as they are called, may bring many systems into the field of possibility for study by the method of redox potentials.

10. – In conclusion, a word may be said about the very interesting recent development of what are called *redox indicators*. An ordinary acid-base indicator is one which changes colour over a small range of hydrogen ion concentration, or the related pH value, near the neutral point. This pH value may be defined in terms of the potential of a hydrogen electrode (e.g. a quinhydrone electrode) in the solution, and by a suitable choice of indicators a pH scale may be set up. In the same way there are substances which undergo marked colour chages on oxidation and reduction. Thus, diphenylamine,  , on oxidation is converted into

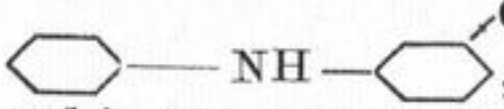
[1] J. R. PARTINCTON and J. W. SKEEN, *op. cit.*

[2] W. M. CLARK *et al.*, *Studies on Oxidation-Reduction*, «Hygienic Laboratory Bulletin», No. 151, United States Public Health Service, Washington, 1928, and later communications; G. AKERLOF, *Oxidation-Reduction Potentials*, «Annual Tables of Constants and Numerical Data », No. 9, 1937, Paris (Hermann et Cie.); and many papers in recent biological literature.

a deep blue substance, probably by oxidation to diphenyl-benzidine, which then functions in a similar way to the quinhydrone-quinone system:



Just as indicators such as methyl orange, which are used in titrations of acids and bases, are themselves weak acids or bases which undergo colour changes at definite hydrogen ion concentrations, so redox indicators are weak oxidising or reducing agents which undergo colour changes at definite potentials, corresponding with definite electron concentrations in the redox system. Many useful indicators of this type have recently been developed. Diphenylamine itself has been used for the titration of ferrous salts by dichromate, phosphoric acid being added so as to bring the colour change into the range of potential corresponding with almost complete oxidation of the ferrous salt. Diphenylamine sulphonic acid is a still better indicator. Such indicators are used in acid solution and the end point is practically independent of the acidity. Another indicator is dipenylamine carboxylic acid or phenylanthranilic acid,



, which has a redox potential of 1.08 volt, and in titrations of ferrous salts with ceric sulphate a very good indicator is xylene cyanol FF. Tri-ortho-phenanthrolinoferrous sulphate is a new redox indicator with a very high redox potential of 1.2 volts. A good range of redox indicators is now on the market and their use is proving very beneficial in analytical chemistry.[1]

The above remarks are intended to show that a study of one of the oldest known types of chemical reaction, viz. oxidation and reduction, is still a subject of fruitful and interesting research. There is still a large field of investigation open in its application in various branches of science.

London, The University.

J. R. PARTINGTON

[1] E. BRENNECKE, *Oxidations-Reduktions-Indikatoren*, in «Neue Massanalytische Methoden», edit. by W. Böttger, Band 33, Stuttgart (F. Enke), 1935; *The Colorimetric Determination of Oxidation-Reduction Balance*, British Drug Houses Ltd., London.

PROBLEMI VECCHI E NUOVI DELLA FARMACOLOGIA

La Farmacologia ha per scopo la esatta conoscenza dell'azione esercitata dai farmaci sull'organismo. Questo studio è indispensabile per creare una terapia razionale. Le vecchie teorie hanno ceduto oggi il posto a ricerche precise che hanno dimostrato quale sia il destino del farmaco nell'organismo, quali trasformazioni vi subisca e come si assorba e si elimini. I metodi chimico-fisici aprono nuove vie di ricerca alla Farmacologia sperimentale. Non v'ha dubbio che lo stato di dissociazione jonica o meglio, secondo le moderne vedute, quello di attività jonica, come pure le proprietà fisiche del rimedio, messe specialmente in rapporto colla fisica molecolare, contribuiranno ad apportare nuova luce sull'intimo modo d'azione del farmaco. L'autore passa in rassegna altri problemi della farmacologia moderna, quali l'influenza esercitata da certi ioni fisiologici, dalla avitaminosi, dalle radiazioni, dall'isotopismo, dall'equilibrio ormonico sulla azione farmacologica e conclude che solo l'unione fra la terapeutica scientifica e la clinica potrà contribuire al progresso della medicina.

Nell'« Enciclopedia italiana », all'articolo: *Farmacologia* e in una Conferenza tenuta alla Scuola d'applicazione militare a Firenze: *Sullo sviluppo storico della Farmacologia sperimentale*, ho detto brevemente di questa scienza. Credo opportuno tornare ancora sull'argomento in questo importante periodico per spiegare, a molti che lo ignorano, che cosa sia veramente la Farmacologia e accennare ad alcuni problemi che essa ha risolto e che tenterà di risolvere in un prossimo avvenire.

La Farmacologia è la scienza che studia i farmaci, le sostanze cioè che, fino da tempi i più remoti, furono usate per la cura delle infermità. E poichè, aumentando la dose del farmaco, esso può agire come veleno, si comprende che farmacologia e tossicologia non sono che due capitoli della stessa disciplina.

L'intimo modo col quale rimedi e veleni agiscono sull'organismo, *per modificare*, così come si esprimeva Ippocrate, *lo stato presente*, rimase per molti secoli perfettamente oscuro e, in parte, lo è ancor oggi. Le antiche teorie, pure speculazioni della mente, definivano le virtù dei farmaci con parole vuote di senso: erano esse: *attrattive*, *repulsive*, *detersive* etc. ed il Molière, nell'*Amour médecin*, derideva, giustamente, il medico dei suoi tempi, il quale sentenziava che l'oppio fa dormire, *quia habet virtutem dormitivam* ! Ma ai tempi del Molière vivevano Marcello Malpighi, Francesco Redi, il Bellini e per opera di questi sommi ricercatori, come per quella d'altri grandi, quali il Boyle, il Wepfer, il Willis la farmacologia sperimentale era già nata e già rimedi, veleni e antitodi erano stati somministrati agli animali o per bocca o entro le vene per studiarne esattamente l'azione.

I risultati sperimentali che, man mano, si ottenevano vennero nei secoli successivi, chiariti con quelle ipotesi che i progressi della

chimica e della fisica sembravano rendere più verosimili, perchè non è possibile all'uomo sottrarsi all'idee che dominano nei giorni in cui vive. Così al tempo della iatrochimica, quando tutte le manifestazioni fisiologiche e patologiche sembravano conseguenza di processi chimici normali od alterati, l'azione intima del farmaco consisteva nel regolare le fermentazioni, nel correggere l'eccessiva acidità od alcalinità degli umori, nel modificare determinate reazioni biochimiche.

Per i iatromeccanici invece, baconiani e cartesianisti, i quali nell'organismo non vedevano che figura e movimento, l'azione intima del farmaco era tutta nella chiusura od apertura dei pori, nello accorciamento o nel rilasciamento delle fibre, nella dilatazione o restringimento dei vasi, nella forma delle particelle che costituivano la sostanza medicamentosa.

Le cose sono oggi un po' mutate, ma è sempre colle chiavi della chimica e della fisica che noi tentiamo di aprire la porta che serra questi misteri.

Un grande progresso nella conoscenza dell'intima azione dei farmaci è legato alla scoperta degli alcaloidi e degli altri principi attivi delle piante medicinali e alla preparazione dei rimedi sintetici.

Finchè si somministravano al malato decotti, tisane, pozioni formate da gran numero di componenti non era possibile seguire il farmaco nel suo viaggio traverso l'organismo e conoscerne esattamente il destino. Adoperando invece sostanze purissime, di composizione chimica perfettamente definita, molti oscuri problemi sono apparsi subito sotto una luce più chiara. Si è potuto così studiare per quali vie e con quale rapidità il medicamento viene assorbito e poi, come sostanza estranea, espulso. Così si è visto che, anche iniettato direttamente nel sangue, può talora essere eliminato traverso la mucosa del tubo gastro-enterico per passare nel contenuto intestinale e lo si è ritrovato nelle orine, nel latte, nelle lacrime, nella saliva, nel sudore e, quando il farmaco sia volatile, anche nell'aria espirata. Io stesso ho determinato l'eliminazione dell'alcool col respiro ed ho studiato l'influenza che la temperatura dell'ambiente esercita su questo fenomeno. E qui, una volta per tutte, chiedo venia al lettore se per semplicità e per non fare sfoggio di erudizione bibliografica, mi limiterò a ricordare, come esempio, quanto è stato fatto da me e dai miei allievi nel nostro Laboratorio.

Nelle esperienze farmacologiche accennate si è veduto che i farmaci non si trovano sempre tal quali nei liquidi coi quali vengono espulsi, ma spesso escono sia sintetizzati con sostanze che l'organismo fornisce, sia altrimenti modificati. Negli ultimi anni del secolo scorso e nei primi di questo i farmacologi si sono dedicati allo studio di tali trasformazioni. In una serie di esperienze che risalgono a molti anni fa ho potuto dimostrare, ad esempio, che gli eteri β-chetonici

si trasformano tutti nell'organismo in alcool e acido carbonico, originando il chetone corrispondente, che l'etere benzil-acetacetico dà luogo a formazione di acido fenaceturico; che l'etere metil-acetico si trasforma in butanone; che l'etere dimetilacetacetico passa nelle orine come metil-isopropilchetone; che dall'etere benzoilacetico si forma acido ippurico. Quest'ultimo acido si ottiene anche somministrando acido benzoico, perchè questo acido si sintetizza in parte con la glicocolla fornita dall'organismo. Questa sintesi, come abbiamo visto nel nostro Laboratorio, è ostacolata dalla gravidanza. Un altro esempio di sintesi è quello che io ho rinvenuto somministrando ai cani N-metilindolo il quale, per l'unione di due molecole, origina un indaco verde. Questo indaco, così per la prima volta conosciuto, è stato anche introdotto in tintoria. Appare adunque ben vero ciò che i iatrochimici affermavano, essere l'organismo vivente un laboratorio chimico ricco di meravigliose energie.

Le esperienze del genere di quelle testè ricordate hanno fatto pensare che fra costituzione chimica del farmaco ed azione fisiologica abbia ad esistere un certo rapporto. Numerosi lavori sono stati fatti nell'ultimo decennio del secolo scorso e nel primo di questo per dimostrarlo.

Secondo le classiche teorie dominanti in questi lavori si ammetteva che nella soluzione di un farmaco elettrolita le particelle del soluto esistessero in due stati distinti: molecole indissociate e ioni liberi ed a quest'ultimi si attribuiva principalmente l'azione farmacologica. Ricorderò che io stesso, fino dal 1900, ho dimostrato come le mercurioamine, in cui il mercurio è legato al gruppo amidico e quindi più facilmente *ionizzabile*, siano molto più tossiche di quelle in cui il mercurio è legato al gruppo aromatico. Sottraendo ioni liberi alla soluzione di un elettrolita, doveva necessariamente diminuire la sua azione fisiologica. Così accadeva, per esempio, aggiungendo cloruro sodico ad una soluzione di sublimato corrosivo. Per effetto della così detta *retrocessione ionica* il coefficiente di dissociazione del ione mercurico diminuiva e, avendosi minor numero di ioni mercurio liberi, diminuiva anche il potere disinfettante della soluzione stessa.

Le teorie più recenti, basate sulla concezione di una ripartizione statistica delle forze interioniche, ammettono invece che gli ioni debbano sempre essere più o meno impegnati in azioni di mutua attrazione variabile, a seconda delle condizioni, e il risultato finale di queste considerazioni termodinamiche e cinetico-statistiche è quella proprietà che dicesi *attività ionica*. Ricerche da noi fatte hanno dimostrato che le proprietà disinfettanti del ione mercurio, quando si aggiunge al sublimato una soluzione di cloruro sodico, diminuiscono col diminuire del coefficiente d'attività, così che una azione biologica può essere misurata da un parametro termodinamico.

In questa direzione molte altre ricerche sono state fatte determinando l'azione di certi gruppi (etile, ossidrile, gruppo amidico etc.) che si trovano nella molecola o cercando quale influenza possa esercitare la posizione di un dato gruppo nella molecola (orto - meta - para) e così via.

Portando in un altro campo i concetti della moderna chimica-fisica appare molto interessante lo studio dell'azione intima del farmaco confrontando le analogie che passano fra azione farmacologica e proprietà fisiche del farmaco, specialmente nei riguardi della fisica molecolare. Fatti che dimostrino l'influenza della configurazione delle molecole sull'azione fisiologica non mancano, ma, molto recentemente, un nuovo contributo a questo genere di ricerche è stato portato con lo studio comparativo dei due cloro-etileni isomeri cis e trans. La forma cis che è più tossica della forma trans, ha, a differenza di quest'ultima, un momento dipolare e una densità e viscosità superiori. Anche sotto il punto di vista spettroscopico-molecolare, i due dicloroetileni isomeri si comportano differentemente per i loro spettri Raman e per lo spettro di assorbimento nell'ultra-rosso, così da far pensare alla presenza di un centro di simmetria nella molecola del derivato trans che mancherebbe invece nella molecola del cis-derivato. Una tale diversità di simmetria molecolare potrebbe portare a conseguenze chimico-farmacologiche nel senso di prevedere una maggiore facilità d'associazione molecolare per il derivato cis e ciò per azioni puramente elettrostatiche derivanti dal potenziale legato al momento elettrico o per azioni di natura quanto-meccanica capaci di perturbare le autofunzioni di valenza. Allora si può pensare che la facilità d'associazione di questo cloro-etilene si verifichi a carico di sostanze di particolare interesse biologico e che di là derivi la sua maggiore tossicità. Facilmente si comprende come si tratta di problemi difficili nei quali sarebbe imprudente generalizzare, tenendo sopratutto presente che i fenomeni vitali sono molto complessi e che l'organismo che vive non è un semplice tubo da saggio. Tuttavia questi tentativi per chiarire l'azione intima del farmaco sono interessanti e daranno certo in avvenire risultati sicuri.

Di questo stesso genere sono le ricerche condotte per molti anni nel nostro Istituto sulle metallo-proteine. In una Relazione tenuta al Congresso di Radiobiologia in occasione delle celebrazioni galvaniane ho parlato a lungo di questo argomento; qui ne dirò solo due parole. Allorquando un farmaco è assorbito ed è entrato in circolo, viene portato dal sangue in contatto colle cellule dei vari tessuti. L'azione del farmaco è cellulare. Esiste però una certa affinità chimica fra le sostanze che compongono i vari organi ed il farmaco, il quale non si distribuisce uniformemente nell'organismo, ma si deposita in maggior quantità in certi determinati organi. Su questa *elettività* far-

macologica molte ricerche sono state fatte verso la fine del secolo scorso. Il farmaco che si trova nei liquidi che bagnano i tessuti giunto alla cellula deve penetrare traverso l'ectoplasma o membrana cellulare per venire infine in contatto del protoplasma che è di natura colloidale. Qui, in questo ambiente proteico, si manifesta la sua azione.

Ed ecco tre problemi che si prospettano alla mente del farmacologo: come agisca il farmaco sui liquidi che bagnano i tessuti e sulla loro reazione; che influenza eserciti sulla permeabilità normale, fisiologica della membrana cellulare; che modificazioni possa apportare allo stato colloidale della materia vivente.

L'importanza della reazione dell'ambiente risulta fra l'altro anche dagli studi sulle metallo-proteine.

Ponendo in contatto un metallo finemente polverizzato con una soluzione proteica, questa lo fissa in una vera combinazione. Per proteine aventi un pH inferiore a quello isoelettrico il metallo forma composti di tipo salino-proteico, per pH superiori, come sono quelli che si osservano normalmente nell'organismo, si ha una caduta della attività ionica del metallo provocata da forze molecolari di carattere statistico. In questo caso le proprietà chimiche e fisiche del metallo (proprietà ionomagnetiche) sono mascherate. La quantità di metallo che si fissa alla proteina e la natura del composto che si forma sono in un certo rapporto colla temperatura. Questi fatti possono spiegare perchè l'azione di alcuni narcotici sia in relazione colla riserva alcalina e il pH del sangue e perchè temperature molto elevate o molto basse possano influire sull'azione o sul destino dei farmaci. Studiando il comportamento dell'arsenico e del cobalto in forma elementare nei sistemi proteici si è visto anche che la quantità di arsenico, fissata alle proteine, è tanto maggiore quanto più alto è il pH della soluzione a differenza di quanto accade per il cobalto. Tenendo presente la reazione dei liquidi che bagnano i tessuti si può fino ad un certo punto comprendere perchè l'arsenico elementare appaia tanto più tossico del cobalto.

Avevano adunque ragione i iatrochimici dei secoli XVII e XVIII quando attribuivano tanta importanza all'acidità e alcalinità degli umori per spiegare l'azione dei farmaci.

Un'altra serie di problemi recentemente studiati riguarda l'azione esercitata dai ioni che normalmente sono presenti nei liquidi dell'organismo. Fra alcuni di questi ioni si è potuto osservare un netto antagonismo; la loro importanza per il normale andamento delle funzioni organiche li ha fatti utilizzare come medicamenti: così il calcio, come deprimente dei centri nervosi, come coagulante del sangue, come necessario ai processi di calcificazione sia delle ossa, come dei processi tubercolari. Ma si è anche dimostrato che l'assenza o la prevalenza di alcuni di questi ioni ostacola o

modifica l'azione farmacologica d'altre sostanze: la digitale non manifesta i suoi caratteristici effetti sul cuore in mancanza del calcio.

Importantissimi farmaci si sono trovati oggi negli ormoni e nelle vitamine. Non è possibile dire in poche parole della terapia ormonica e vitaminica; mi limiterò a ricordare come un ampio campo di ricerche si apra ancora alla farmacologia sperimentale nello studio dell'influenza che può esercitare la avitaminosi e l'ipervitaminosi sull'azione dei farmaci. Basti ricordare come esempio l'influenza esercitata dalla vitamina D sulla utilizzazione del calcio nell'organismo. Anche lo studio dei rapporti che passano fra ormoni e azione farmacologica costituisce un capitolo nuovo e seducente. L'influenza della tiroide, del timo e d'altre glandole endocrine sugli effetti esercitati da alcuni alcaloidi e sul loro comportamento nell'organismo è già stata sperimentata, ma molte altre indagini si potranno fare. E queste indagini si dovranno estendere alle normali secrezioni glandolari studiando, ad esempio, come proceda l'assorbimento o l'eliminazione dei farmaci traverso la mucosa intestinale in assenza del succo pancreatico o della bile. Simili ricerche hanno anche una notevole importanza pratica.

L'aver veduto che l'irradiazione con raggi ultravioletti della colesterina e della ergosterina imparte a queste sostanze proprietà vitaminiche ha fatto pensare alla possibilità di irradiare i medicamenti o di irradiare l'animale o la regione dell'animale in cui il farmaco è stato iniettato. Queste ricerche sono ancora assai limitate, ma i risultati che si otterranno può darsi riserbino qualche sorpresa.

Per quanto riguarda il radio, esso è stato studiato a lungo nel nostro Istituto. Si è visto che esso facilita non solo la metallizzazione delle proteine, ma che i metalli radio-attivati, facendo depositare sul metallo il radio per via elettrolitica, si sciolgono e si diffondono più facilmente nei liquidi dell'organismo e quindi vengono più facilmente assorbiti e più rapidamente eliminati. Si è pur dimostrato che la stricnina e la morfina appaiono più tossiche negli animali che respirano emanazione di radio; che il cloroformio in presenza di emanazione provoca più rapidamente la narcosi; che il radio facilita la diuresi, non modifica le azioni ormoniche e così via. Ma in questo campo le future indagini potranno portare molta luce. Tuttavia voglio ricordare ancora a questo proposito un problema farmacologico molto interessante, ma per ora poco studiato. Si sa come il numero atomico sia quello che ci dà l'indice della carica del nucleo e quindi il numero degli elettroni orbitari. Le esperienze di Moseley e quelle di Soddy ci dicono che, allorquando un elemento perde dal nucleo una particella α, si forma un nuovo corpo che ha un numero atomico situato due posti indietro nella tavola periodica degli elementi, mentre se perde una particella β il nuovo corpo che

si forma ha un posto più avanti nella tavola periodica. Si possono così avere due corpi che hanno peso atomico diverso, ma che hanno la stessa carica nucleare e che sono identici assolutamente in tutte le loro proprietà e che si dicono *isotopi*. Molti degli elementi che si trovano nel nostro organismo hanno isotopi corrispondenti. Avranno essi la stessa azione farmacologica? Sarà l'organismo in grado di scegliere fra l'isotopo radioattivo e quello privo di radioattività? Il problema è importante, sopratutto per il potassio di cui si conoscono due isotopi, l'uno certamente più radioattivo: l'isotopo 41. L'esperienze che su questo isotopo avevamo iniziato e delle quali avevo fatto cenno al Congresso della Società di Biologia a Torino non hanno potuto essere continuate essendoci venuti a mancare i mezzi di lavoro, ma sono lieto di vedere che in Italia interessanti studi farmacologici e fisiologici si sono iniziati sugli isotopi del fosforo.

Questo articolo potrebbe divenire interminabile perchè innumerevoli sono i problemi che la farmacologia si propone e infinite le idee che si affollano alla mente prendendo a considerarli. Il tropismo delle proteine per l'organo dal quale derivano e la possibilità di veicolare in tal modo i farmaci ad un organo determinato, le indagini chemioterapiche e quelle necessarie a creare una completa farmacologia comparata, l'azione dei farmaci a seconda della vita aerobica o anaerobica delle cellule, i rapporti fra le proprietà fisiche dei farmaci e la loro azione sono un esempio di questi innumerevoli problemi.

Forse qualche lettore penserà che molte di queste ricerche siano superflue poichè ciò che importa è provare il farmaco sul malato e adottarlo se conviene. Ma a questi lettori io mi permetto di ricordare le parole del nostro grande clinico Rasori: *Dirà alcuno che poco importa studiare in che modo il medicamento agisca. Si adopera il nitro nelle malattie infiammatorie e fa bene. Basta: non serve cercare più in là. Ma questa impertinente maniera di dialettica onde volentieri s'aitano in simili casi i saputelli e i cerretani fu in ogni età e non lascia d'esser in questa nostra la vergogna e la peste della scienza e della pratica del medicare.*

Perchè nella profonda conoscenza del modo d'azione del farmaco sta la differenza fra empirismo e terapia scientifica. E solo dal connubio fra questa terapia e la clinica si potrà sperare il progresso della medicina.

Genova, R. Università.

ALBERICO BENEDICENTI

DENKFORMEN VERGANGENER MENSCHHEIT

Oefters begegnet man in der kulturkundlichen und ethnographischen Literatur den naiven Versuchen der Forscher, aus den Eingeborenen selbst eine Antwort auf die Frage nach dem Sinn und Ursprung einer ihrer Sitten herauszupressen. Falsch ist dieses Verfahren, weil man sich dabei die Frage nicht gestellt hat, ob die Denkform der betreffenden Naturvölker von der unserigen nicht grundverschieden sei. Eine solche von der unserigen verschiedene Denkform, d. h. eine andere Form des menschlichen Bewusstseins soll hier auf Grund einiger Kulthandlungen und Mythen der Naturvölker — vorallem des südlichen Ostasien und Ozeanien — untersucht werden. Es lässt sich aus diesen Kulthandlungen und Mythen feststellen, dass die Denkform dieser Völker *die Identifikation ist*, sie identifizieren das menschliche Leben und die menschliche Fruchtbarkeit mit dem Leben und der Fruchtbarkeit der Pflanzen, und in symbolischen Kulthandlungen suchen sie das *Wesen* der Fortpflanzung erlebnismässig zu beeinflussen. Richtiger formuliert ist es eigentlich keine « Denkform », da diese primitiven und schöpferischen Menschen Identifikationen nicht *denken*, sondern in Identifikationen *leben*. In dieser Bewusstseinsform kennt der Mensch keine Tatsachen, sondern er « erlebt », wie in allen anfänglichen symbolischen Handlungen, *das Wesen der Dinge*. Diese Bewusstseinsform ist eben *der Zustand der Gestaltung symbolischer Handlungen*. In diesem Zustand kann und will der Mensch die Dinge nicht schildern, sondern nur umschreiben; er vermeidet alle präzisen Sinneswahrnehmungen und scheut jede Inanspruchnahme des Intellektes und der Verstandesorgane, die an dem nur erlebnismässig fassbaren Wesen der Dinge vorbeigreifen müssten.

I.

Die Frage, die jedem Kulturforscher heute die entscheidende sein dürfte, und die sich ihm immer wieder aufdrängen muss, sobald er sich mit irgendeiner Materie der vergleichenden Völkerkunde beschäftigt, ist die: inwieweit hat sich im Verlaufe der Geschichte des Geisteslebens der Menschheit das Denken als solches verändert. Man kann die Frage auch anders formulieren, nämlich: inwieweit sich die Form des menschlichen Bewusstseins etwa umgebildet hat; oder aber noch anders: inwieweit etwa die Einstellung, die die Menschen den Dingen gegenüber nehmen und genommen haben, das Sehen als solches und die Form des Bewusstseins beeinflusst hat.

Diese Feststellung mag vielen vielleicht überflüssig erscheinen. Wer aber unsere kulturkundliche Literatur kennt, besonders die ethnographische, der wird wissen, weshalb sie hier niedergelegt ist; denn wieder und wieder begegnet der Studierende in dieser Literatur den naiven Versuchen der Forscher, aus den Eingeborenen die Antwort auf die Frage herauszupressen, weshalb sie diese oder jene Sitte üben, wie sie dazu gekommen sind, sich beschneiden zu lassen, was sie zuerst dazu veranlasst hat, Menschenfleisch zu essen usw., usw. Es ist geradezu grotesk, was in diesem Zusammenhang der europäische Geist für einen Ballast von kindischen Fragen und von gekünstelten Antworten zusammengetragen hat.

Diese Feststellung soll nun die Behandlung eines Themas einleiten, dessen eigentlich grauenvolle Natur von vornherein jede Möglichkeit einer rationalistischen oder materialistischen Ursprungserklärung ausschaltet. Es soll hier eine Gruppe von Kulten südneuguineascher Papuavölker besprochen werden: der Majo-Kult und der Rapa-Kult. Ersterer gilt dem Gedeihen der Kokospalmen, letzterer dem Wesen des Feuers. Vorauszusetzen ist, dass Kokos und alle Pflanzen, alle Tiere, Feuer etc. « Wesenheiten »-« Demas »-darstellen, die als solche in einer Entstehungsmythe wurden und durch beständig wiederholte Kulthandlungen in angenehmer Beziehung zu erhalten sind. Dr. P. Wirz hat in seinen Arbeiten über die Marind-Anim (Abhandlungen der Hamburger Universität 1922-25) die Kulthandlungen wie die dazu gehörigen Mythen eingehend erörtert. Die Gehalte dieser Zeremonien stellen in der Geschichte der Sittenbildungen einen Höhepunkt dar. Hier, in Zentralamerika und in Indien, hat die Menschheit den Superlativ in der Reizung der Sinnesorgane erreicht, sowohl was das Sexualleben, wie was den Blutrausch anbelangt. Die kultmässigen, regelmässig wiederholten Orgien wurden für notwendig erachtet, um das Wesen der Fruchtbarkeit der Pflanzenwelt wie des Feuers gewährleistet zu sehen. Dabei treten dann die Gedanken, durch die die menschliche Vereinigung und das Wesen der Flamme, die Fruchtbarkeit der Pflanzen und das menschliche Blut etc. identifiziert werden, in den Vordergrund. Dass diese Zeremonien im Kannibalismus, in Promiskuität und in Kopfjägerei kulminieren, ist selbstverständlich. Einzelheiten erübrigen sich.

Der Majo-Kult hat eine feste Tradition. Er führt sein Dasein zurück auf die Entstehung der ersten Kokospalme. Es war da nämlich ein starker Bursche, Jawi mit Namen, der verführte die Frau seines Brotherrn, wurde daher zum Todeszauber verurteilt. Man begrub ihn, machte einen Zaun um sein Grab, legte Sago und Bananen darauf. Am anderen Morgen war schon eine Kokospalme aus dem Grabe gewachsen, deren verzweigtes Geäst bereits reife Früchte trug. — In dieser Mythe ist gewissermassen das Grundprinzip gegeben. Es wird das erste Opfer geschildert als Erklärung für alle zukünftigen. P. Wirz hat das genau formuliert (II/I, S. 3). « Der Mythe nach bestand der Majo-Kult früher aus sexuellen und kannibalischen Feiern. Sie führten zur Entstehung der Kokospalme. Daher wurde der Majo-Kult zu einem Kokoskult, und die Zeremonien sollten die Fruchtbarkeit der Palmen bewirken. Man befürchtete nämlich, dass ein Unterlassen der Handlungen die Tragfähigkeit der Palmen verringerte ». — Im übrigen sei erwähnt, dass auch andere Pflanzen wie Bananen, Areca etc. als aus menschlichen Leibern aufgewachsene Fruchtspender angesehen werden.

Das Bild, das diese Schilderungen bieten, ist nicht misszuver-

stehen. Diese Menschen bringen menschliche Leiber und die Kräfte der menschlichen Leidenschaften der Erde dar, um damit deren Fruchtbarkeit zu erwecken. Oder anders ausgedrückt: Die Pflanzen und ihre Fruchtbarkeit verdanken dem Menschenopfer ihr Dasein. Für uns liegt in dieser Formulierung fraglos ein Widerspruch. Aber in einer früheren Zeit, einer grossen und einmal sehr weit ausgedehnten Weltanschauung muss dieser Gedankengang sehr verbreitet gewesen sein. Dies mag im Folgenden belegt werden.

***

Da ist zunächst einmal im benachbarten Kiwai-Gebiet Neu-Guineas (Gunnar Landtman, Folktales 1907, S. 119) die Mythe von Soido. Der sendet sein Weib Pekai um Feuer zu leihen, bei welcher Gelegenheit eine mystische Feuerentzündung wieder mit geschlechtlicher Vereinigung Hand in Hand geht und zur Vorbereitung des Fruchtbarkeitszaubers wird. Denn als die in doppeltem Sinn befriedigte Pekai zurückkehrt, bereitet Soido das Fruchtland, tötet sein Weib und streut ihre Arme, Beine, Eingeweide und das Blut über das Land aus. Während nun Soido eine Weile fortblieb, gedieh die grausliche Saat. Aus dem Blute entsprang roter Taro und Yams, weisse Früchte wie Bataten und Bananen aus dem Fleisch und den Knochen; aber auch Tabake und Delikatessen entstanden so. — Es gibt mehrere Varianten betreffend die weitere Verbreitung der so entstandenen Feldfrüchte. Die Verbreitung erfolgt diesen zufolge ebenso gut auf dem Wege der geschlechtlichen Vereinigung, wie auf dem des Herauswachsens aus menschlichen Körperteilen. (S. 481, 327/28, 326, 324, 124, 127, 122, 121, 115 ff.).

Im indonesischen Gebiete verlautet bei den Kajan (Borneo) von einer Frau, die die Saatzeitverbote übertreten hatte und verbluten musste. « Aus ihrem hervorquellenden Blute entstand Reis und nach ihrem Tode aus dem Rumpf Bananen, aus ihren Haaren Zuckerrohr, aus ihren Oberarmen Kladi, aus ihren übrigen Körperteilen andere mit dem Reis zugleich gebaute Gewächse, wie Gurken, süsse Erdäpfel etc., aus den Schamteilen ging Tabak hervor, daher geben die Frauen ihren Liebhabern Zigarren zu rauchen ». In Nord-Borneo tötete Kinaringan, um das erste Menschenpaar zu ernähren, seine Tochter und hiess die Sterblichen ihren Körper zerschneiden und die Teile in den Boden zu pflanzen. So aber sind dann entstanden: aus dem Kopf die Kokospalme, aus dem Blute der Reis, aus den Füssen das indische Korn, aus den Armen süsse Kartoffeln, aus den Fingern Betelnüsse etc. etc. In der Mythologie der Buginesen in Celebes ist die Reispflanze aus der Asche der Tochter Batara Gurus erwachsen. Voll erhalten aber ist die Ueberlieferung bei den Malayen: « Traima Wati, von Guru zu seinem

Willen gezwungen, verschied in seinen Armen, und als ihre Leiche im Walde Kenting Kendayana bei Mendang Kamulan begraben wurde, da entsprang ein Kokosnussbaum dem Kopfe, Bananenblätter schossen aus den Händen hervor, Maiskolben aus den Zähnen etc. etc. ». Bis in die sublimsten Opferriten reicht im Reisanbau dieser Völker bis heute eine Symbolik, der zufolge das Reiskind eine menschliche Wartung erlebt. (A. M. Nieuwenhuis, Q. d. B. I. S. 157/8. Evans, S. 175. Owen Ritter, N. B. S. 251. Bastian, Borneo, S. 50. Bastian, Ind. Reise, S. 39/40. Skeat M. Magie, 1900, S. 248/9, 237 ff. etc.). Die Kokosnuss ist wohl nach einheitlich indonesischer Mythe aus einem Menschenhaupt hervorgegangen; die Mythe ist bei den gröberen Stämmen im Innern von Nias ebenso heimisch wie unter den hochzivilisierten Balinesen, und im gesamten Bandameer fand Riedel die Kokosnuss als Stellvertreter des Menschenopfers (Modigliani, Nias. Bastian, Sumatra S. 61, 120; Timor, S. 62, 61, 60; Molukken S. 161 etc.).

Wenden wir uns aus den Westgebieten dem fernen Osten zu. In Südpentecôte wirft ein Alter die Abschnitte seiner Handnägel und Fussnägel fort; er sieht sie keimen; er versucht die Frucht, sie mundet. Darauf lässt er die jungen Leute im Busch roden, lässt sich töten, zerschneiden und die Körperteile pflanzen; aus seinem Leibe entstehen so die verschiedenen Arten der Igname. — Diese Darstellung erinnert an die Berichte der alten englischen Missionare von Tahiti, denen zufolge der König sich selbst seinem schwächlichen Sohne mit Einverständnis der Gottheit als Opfer darbrachte; er ordnete an, dass, sobald er gestorben sein würde, man seinen Körper teilen, seinen Kopf hier, sein Herz dort, anderes dort begraben solle; dann würde es keimen, wachsen, blühen, reifen etc. etc. Es geschieht so. Die herrliche Brotfrucht gedeiht über Nacht. In ähnlicher Weise wurde die Kokosnuss zurückgeführt auf die Entstehung aus dem Kopf eines Mannes, Kastanien auf eine solche aus den Nieren, Yams auf Ursprung aus Beinen etc. etc. Die alten Polynesier aber gingen in derartigen symbolisch-mythologischen Parallelsetzungen bis zur letzten Möglichkeit, und es wird geschildert, wie eine Partei, die die Beendigung des Krieges fordert, eine junge Plantainpflanze mit den Wurzeln in einem Korb genau so wie ein Menschenopfer in den Tempel schleppt und dort dem Gott zuruft: « Here is the man, long plantain, give us peace in abundance etc.», und dann die Drohung beifügt, dass wenn der Gott diese Forderung nicht erfüllen sollte, seine Verehrung aufhören werde. — Im übrigen kann man sagen, dass, soweit die Kokosnuss auch in der Südsee kultiviert wurde, ihr Ursprung auf ein Hervorgehen aus einem Menschen- oder Schlangenkopf zurückgeführt wurde. (Tattevin, Anthropos XXVI, S. 494/5, 875/6. Annie Kerr, S. 117, 94, 96. Turner, Polynesia, S. 88. William Ellis, Pol. Res. 1831, I, S. 68-70, 317. Thurnwald, Salo-

monen I, S. 399 ff. O. Meyer, Anthropos V, S. 721. Bley, Anthropos IX, S. 200. Parkinson, Dreissig Jahre, S. 684/5. Seligman, New Guinea, S. 381. Jos. Meier, Neupom. S. 25. Gill, Myths and Songs, S. 79. Gifford, Tonga M. & T., S. 182. Stübel, Sam. Texte, S. 68. Sierich, Int. Arch. f. Ethnogr. XVI, S. 100, 98. Bastian, Molukken, S. 98. W. Mariner, AA, II, 1818, S. 227/8. Hambruch, Südseemärchen, S. 187. W. Müller-Wismar, Yap, 1917, I, S. 317 ff. II, S. 685, 695, 666, 520, 645 etc.).

II.

Mit alledem soll also gesagt sein, dass in dem gewaltigen Gebiet, das sich zwischen der Malayischen Halbinsel, den japanischen Inseln und den letzten Eilanden der polynesischen Kultur ausdehnt, das Motiv des «Ursprunges von Baum- und Wurzelfrüchten aus menschlichen Körperteilen» anscheinend lückenlos beheimatet ist. In diesem Zusammenhange sei nun aber auf einige Sätze hingewiesen, die Heine-Geldern, einer der besten Kenner südostasiatischer Kulturen, betreffend die Beweggründe der Kopfjägerei in der Illustrierten Völkerkunde niedergelegt hat. Er schreibt: « Am wichtigsten sind die Beziehungen zum Feldbau und zum Totenkult, ja es ist nicht ausgeschlossen, dass hier, besonders im ersteren, der Ursprung des ganzen Brauches zu suchen ist. Der Glaube, dass man durch die Erbeutung von Schädeln Wachstum und Reife günstig beeinflussen könne, sei es durch unmittelbare Wirkung der ihnen innewohnenden magischen Kraft, findet sich besonders ausgeprägt bei den Naga, Wa, Dayak, Toradscha, den Bergstämmen von Nordluzon und den Formosanern, dürfte aber auch sonst selten ganz fehlen ».

Es möchte, wenn wir zurückblätternd nochmals an die Majokulte der Marind-Anim erinnern, wohl denkbar sein, dass diese Auffassung von der Erhaltung der Schädeljagdriten, wie sie Heine-Geldern fasst, nichts weiter ist als *eine letzte Formulierung*. Denn wir haben viele Beweise dafür, dass die grausigen Kulte der Papua nur vereinzelt übriggebliebene Ausläufer sind. Auch in Indien haben entsprechende Bräuche noch vor einem Jahrhundert bestanden. Ich erinnere an den Bericht Macphersons von den Khonds in seinem India Cap. VI, S. 129 ff. und an die Szenen, in denen geschildert wird, wie beim Opfer der Erdgöttin einem Menschen das Fleisch von den Knochen gerissen wurde, wie ein Stück in eine Erdgrube vergraben wurde und jeder Sippenvater einen Fetzen mit heimnahm, um damit den eigenen Boden zu segnen. Hier ist in einer symbolischen Handlung die ganze Drastik der alten manistischen Weltanschauung zusammengefasst. Hier ist die geistige Haltung unzweideutig und unverkennbar: « es gibt eine Möglichkeit, den Segen zu erzwingen, also wird das Opfer dargebracht ». Das

heisst also, dass diese Gruppe von Sitten und Gebräuchen nur die Menschheit in einem Zustand vorführt, in dem sie sich ihres Vermögens und ihrer Macht bewusst geworden ist und dies entsprechend handhabt.

Bleiben wir bei diesem Gedanken für einen Augenblick stehen und vergegenwärtigen wir uns, was es für die Kulturgeschichte der Menschheit bedeutet, wenn die Menschheit sich einer Errungenschaft bewusst geworden ist und sie nun handhabt. Im Rahmen dieser Erörterungen, die der Problematik der symbolischen Handlungen gewidmet sind, muss die Frage aufgeworfen werden, ob etwa die Tatsache, dass die Menschheit sich eines Zusammenhanges zwischen den Dingen bewusst geworden ist, irgend etwas Klärendes hinsichtlich des Sittenursprunges beizusteuern vermag. Diese Frage ist schroff zu verneinen; aber indem diese Frage überhaupt nur auftaucht, wird es deutlich, dass in dem gleichen Augenblick, in dem der Mensch zweckbewusst und willensmässig eine Handlung ausführt, *deren Symbolik geschwunden ist.* Ja, wir könnten, soweit gelangt, sogar zu der Fragestellung kommen, ob nicht derart folgerichtig und konsequent durchgeführte Handlungen, wie eben diese Menschenopfer der Khonds, dem Revers der Handlungssymbolik entsprechen. Das will sagen, ob sie nicht etwa das genau Entgegengesetzte darstellen. Es würde dies also besagen, dass so, wie wir immer mehr dazu gedrängt werden, die wahrhaft symbolischen Handlungen als anfängliche Anschauungen und Sitten erstmalig zum Ausdruck bringend anzusehen, wir die aus vollerwachtem Bewusstsein, mit Zweckbewusstsein durchgeführten als endgültige, letzte und als Belege ersterbender Schöpfungsfähigkeit anzusehen haben. Das heisst also, dass als Quelle der Kulturbildung eine bewusste Zweckmässigkeit nie in Betracht kommt.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass eine so schroffe Formulierung, auch angenommen, dass sie nur als Arbeitshypothese aufgestellt wird, von vornherein auf schroffen Widerspruch gefasst sein muss. Aber nicht nur das. Auch eine Verpflichtung muss mit solchem Ausspruch gemeinsam anerkannt werden. Denn wenn bewusste Zweckmässigkeit als Quelle der Kulturbildung in Abrede gestellt wird, entsteht eine Lücke in unserer Vorstellung. Wenn diese Quelle in Abrede gestellt wird — welche andere kann dafür in Betracht gezogen werden? Ist unsere Anschauung in diesen Dingen wirklich sinnvoll und berechtigt, so muss die Antwort auf diese Frage enthalten sein im Zusammenhang der Inanspruchnahme der symbolischen Handlungen als ursprünglicher, als anfänglicher, als quellmässiger. In diesem Zusammenhang fragen wir nach dem Sinn der symbolischen Handlungen. Damit aber kehren wir den als zweckmässig, endgültig anerkannten Opfern der Khond den Rücken und kommen noch einmal zurück zu den Majo- und Rapa-

Kulten. Wir fragen nun: sind in diesen Papua-Zeremonien noch die Symptome werdenden und zukunftsstarken Kulturkeimens enthalten?

III.

Wer die Berichte Dr. Wirz' über diese Zeremonie mit Aufmerksamkeit liest, muss auf eine grosse Aehnlichkeit, die zwischen diesen Darlegungen und den Schilderungen Dr. Gunnar Landtmans über die Mythen der Kiwai besteht, stossen. Es ist eine gewisse Variabilität, eine Vielfältigkeit, eine gewisse Unsicherheit der Materie, ein ständiges Schwanken zwischen Möglichkeiten. Jeder von uns, der sich einmal an Ort und Stelle ernsthaft um die Erforschung solcher Kulturen, Kulte und Vorstellungen bemüht hat, kennt diese « Atmosphäre ». Sie ist mir unter den Aethiopen des Sudan, wenn ich den Anbaukulten nachspürte, ebenso entgegengeweht, wie bei den Südafrikanern im Fragenbereich der Jagdmystik. Es gibt in diesen Dingen kein Ja und kein Nein, kein positiv und kein negativ. Es gibt tausend Möglichkeiten, aber keine Tatsache. Und damit ist das entscheidende Wort gefallen: Es gibt keine *Tatsachen* in diesen Dingen — es gibt überhaupt keine *Dinge*, denn es handelt sich hier um das *Wesen* der Dinge.

Aber nicht nur dieses. Mehr noch: wenn diese Leutchen sich mit unsereinem über irgendwelche « Zaubermassnahmen » oder « Geheimbundweihen » oder Entsprechendes unterhalten, so haben sie es stets vermieden, etwas zu *schildern;* stets herrscht das Bestreben vor, etwas zu umschreiben; stets eine gewisse Furcht, medias in res zu geraten. Heute ist es mir möglich genau zu präzisieren, worum es sich in allen solchen Fällen handelt: Vermeiden aller präzisen Sinneswahrnehmungen, und um es noch schärfer zu umreissen: Angst vor Inanspruchnahme des Intellekts und der Verstandesorgane. Es sei bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam gemacht, dass auch uns Nordländern und modernen « Intellektuellen » Unterschiedlichkeiten in der Fläche geistiger Haltung durchaus aufstossen. Wir alle müssen uns noch daran erinnern, dass in Deutschland nach dem Kriege eine Epoche einsetzte, in der jedermann das Leben nicht mehr *verstehen* und *erkennen* sondern — *erleben* wollte. Wir alle haben diese Episode der Auflehnung gegen das Uebermässige im Begrifflichen durchgemacht, und ich selbst habe als Beleg die « Erlebten Erdteile » in die Welt gesetzt.

Das heisst also, dass diese Dinge von jenen Völkern nicht *gedacht* und nicht *be*dacht, sondern eben *erlebt* werden. Damit sind wir da angelangt, wo wir hinzukommen wünschten: *in den anfänglichen symbolischen Handlungen erleben die Menschen das Wesen der Dinge.* Versuchen wir es mit dieser Auffassung das Entscheidende aus den Schilderungen der Majo — und Rapakulte herauszulesen.

IV.

Dass in den Majo- und Rapakulten das Fruchtbarkeitsprinzip entscheidend ist, wird sogar ausgesprochen. Es handelt sich also um ein Anregen und Entfachen von Nachkommenschaft und Fruchtbarkeit. Angestrebt wird die Fruchtbarkeit der Pflanzenwelt und angewendet wird, was der Mensch als Vorgänge der Fortpflanzung im eigenen Leben erkannt hat. Die überall und bei allen nur denkbaren Gelegenheiten eingefügte Verwendung von Sperma als eines Allerweltsmittels beweist, dass ein vernünftiges Denken bei den Massnahmen überhaupt nicht in Betracht kommt. Aber wenn wir auch noch so merkwürdige Kombinationen von Handlungen und Absichten wahrnehmen, so ergibt sich für alles ein ganz einfaches Grundschema: « Der Mensch hat das Grundprinzip einer Ordnung erkannt; das Prinzip wendet er nun an, um Ordnung überhaupt zu erreichen». Diese Denk- und Anschauungsweisen bezeichne ich als *Identifikationen*. Aber die Bezeichnung als « Denkform » scheint mir schon ein Abgleiten. Denn genau genommen « denken » die primitiven und schöpferischen Menschen nicht die Identifikationen, sondern « leben in » Identifikationen.

Die charakteristischsten mir bislang deutlich gewordenen Fälle der Identifikationsschlüsse in der Kulturgeschichte scheint mir in der Entdeckung der Menschheit zu liegen, dass jedes Jahr im gleichen Augenblick bestimmte Gestirne auftauchen gemeinsam mit den ersten Frühjahrskeimen; dass Phasen des Mondes in Zusammenhang stehen mit Witterungsverhältnissen und Wachstumsbedingungen etc. etc. Es sind mit die grossartigsten Institutionen, die der Mensch in der Identifikation des Erlebens der himmlischen Ordnung dann angewandt hat zur Schaffung der menschlichen Ordnung; der Staat verdankt dieser Erlebensform in letzter Linie seine Entstehung.

In diesem Sinne also wurde das Bewusstwerden des Befruchtungsvorganges im Menschenleben zum Ausgangspunkt eines Erlebnisses in der Umwelt. Das Prinzip der Fruchtbarkeit des Menschenlebens wird angewendet auf die Umwelt. *Der Majo- und der Rapakult stellen symbolische Handlungen dar, in denen die Menschen das* Wesen *der Fortpflanzung erlebnismässig zu beeinflussen suchen.*

V.

Haben wir auf solche Weise uns zu einem sinnvollen Ein- und Ablauf symbolischer Handlungsweise zurechtgefunden, so mag noch mit einigen Worten das Allgemeine, die hier in Betracht gezogenen Mythen und Kulte betreffend, beigefügt werden, wobei ich mich natürlich kurz fassen muss.

Oben legten wir dar, dass die Mythen, denen zufolge die Baum- und Wurzelfrüchte einmal aus in die Erde gelegten menschlichen Gliedern entstanden seien, über das südliche Ostasien bis weit hinaus über Ozeanien verbreitet waren. Es kann hinzugefügt werden, dass die Spuren der Mythen sich auch im alten Amerika nachweisen lassen; endlich mag erwähnt werden, dass entsprechende Symptome augenscheinlich mit der neolithischen Megalithkultur nach Nordafrika (die zerstückelte und verstreute Leiche des Pflanzengottes Osiris in Aegypten), in den Sudan und bis Westafrika vorgedrungen sind.

Die Frage, welcher Periode wir die entsprechenden Sitten und Kultübungen zuschreiben müssen, dürfte ohne Schwierigkeit zu beantworten sein. Das Verhältnis der Kokosnuss zum menschlichen Schädel ist mythographisch so scharf umrissen, dass ein Missverständnis kaum möglich ist. Sämtliche Ethnologen Indiens haben Beweise dafür erbracht, dass die Kokosnüsse anstelle der Menschenopfer traten. Allen Episoden mythologischer Handlung ist ein Schwanken und Bevorzugen von Gleichungen eigen, das sich hier zwischen Kopf und Frucht abspielt. Wenn wir die Akten über diese Sitten sowohl wie die Ueberlieferungen über sie nachschlagen, treffen wir auf gar manche Niederschrift unklarster Zugehörigkeit. Wir lesen z. B. « They used to eat their own parents also; for when a father or mother grew old, they would say to their friends: « This pumpkin growing on our roof has got ripe and fallen off and burst, let us come and eat it»; and they had a feast». (Cecil Henry Bompas: « Folklore of the Santal Parganas », London 1909, S. 133). Solche Angaben gemahnen an die merkwürdigen Berichte vom Kannibalismus der Batta auf Sumatra, die auf Sir Stamford Raffles zurückzuführen sind und zu vermelden wissen: « Ehedem pflegten die Batta auch ihre Väter zu essen, wenn sie zu alt geworden waren zur Arbeit. Diese hängten sich ruhig mit den Händen an einen wagerechten Baumast, während ihre Kinder und Nachbarn umhertanzten und schrien: « Wenn die Frucht reif ist, fällt sie ». Dieser Brauch fand in der Zeitigungsperiode der Zitronen statt. Liessen die Greise aus Müdigkeit den Ast fahren und fielen herab, so warfen sich alle Umstehenden auf sie, zerstückelten und assen sie. » (vgl. auch Rienzi, Weltgemäldegalerie, 1837, V, S. 142).

Derartige Berichte lassen zunächst im Unklaren, ob es Märchentexte sind oder Sittenschilderungen, ob Ausflüsse naivster Berichterstattung oder unglaubwürdiger Aufschneidereien. Solchen Berichten sind wir in Afrika ebenso begegnet, wie die alten Autoren in Amerika und in Südasien.

Wenn es mir nun gelungen ist, die Einstellung der Menschen « *im Zustande der Gestaltung symbolischer Handlungen* » verständlich zu machen, dann muss es ohne weiteres einleuchten, dass dieser Stil

der Handlungen bedingungslos auch einen Stil von Ueberlieferungen zur Folge haben musste, der eben in einem märchenhaften Schwanken zwischen kindlichster Naivität und ungeheuerlichster Grausamkeit kulminiert. Zwischen dem Ogrenmärchen und einem Fruchtbarkeitskult kann die gleiche Beziehung bestehen wie zwischen einer Himmelswanderungsmythe und einer Schwitzhüttenzeremonie. Wenn wir den Sitten und Gebräuchen nachgehen, die dieser Einstellung entsprechen, so werden wir nie vergessen dürfen, dass wir es mit Institutionen zu tun haben, die dem « Erleben » entspringen, und die im Ringen um das « *Wesen* der Dinge » sich eingestellt haben. Wer hier « explanatorisch » erklärend und schildernd vorgeht, gerät mit dem Stil, dem er sich gewidmet hat, in Konflikt. Je weiter wir nämlich einzudringen vermögen in die Tiefen der Geistesgeschichte der Menschheit, desto deutlicher wird uns die Gefahr, die dem europäischen Forscher durch die Ueberschätzung der Einstellung auf Zweckbewusstsein erwächst.

Frankfurt a. M., Forschungsinstitut für Kulturmorphologie.

L. FROBENIUS

RECENSIONI – COMPTES RENDUS – BOOK REVIEWS
BUCHBESPRECHUNGEN – ANÁLISIS DE OBRAS

A. Eddington - *Relativity Theory of Protons and Electrons* (*La Théorie de la relativité des protons et électrons*). Un vol. in-8, de VI-336 pages. University Press, Cambridge, 1936. Prix, relié, 21 sh.

M. Eddington traite, dans cet ouvrage, d'une manière assez originale, es problèmes qui se trouvent à la limite entre la théorie de la relativité et les théories quantiques. Un des objets principaux du livre est de montrer de quelle manière il est possible de prédire théoriquement la valeur de certaines constantes numériques de la nature: parmi celles-ci, la première de toutes, le nombre $137 = hc/2\pi e^2$ (h constante de Planck, c vitesse de la lumière, e charge des électrons), dont l'inverse est la constante bien connue des structures fines des spectres. Il y a déjà quelques années qu'Eddington a abordé le problème du calcul de cette constante; son travail, publié dans les « Proceedings » de la Société Royale de Londres, a donné lieu à de nombreuses discussions que l'on ne saurait encore considérer comme closes.

La théorie développée par Eddington dans cet ouvrage conduit, entre autres, à l'évaluation du nombre des particules (protons et électrons) qui constituent l'univers. Ce nombre présenterait, en outre d'un intérêt cosmologique évident, un intérêt pour ainsi dire pratique en ce sens qu'il devrait constituer le lien entre les forces électriques et les forces de gravitation qui s'exercent entre les particules élémentaires.

Une bonne partie du livre contient des considérations et des démonstrations qui sont publiées pour la première fois.

Le lecteur, même expert en la matière, rencontrera des difficultés sérieuses dans la lecture de ce livre extrêmement original, et il serait assez peu prudent de formuler un jugement sur le plus ou moins de validité des idées qui s'y trouvent développées. Ce qu'il convient d'admirer, c'est la richesse des idées et considérations, qui font apparaître cette œuvre comme une abondante mine de laquelle des physiciens éminents pourront tirer la source de conceptions hardies.

La présentation typographique est magnifique.

Roma, R. Università.

E. Amaldi

J. Perrin - *Les atomes*. Rédaction nouvelle. Un vol. in-16 (de la *Nouvelle Collection Scientifique*), de XXIV-320 pages, avec 26 figures. Félix Alcan, Paris, 1937. Prix, broché, 15 fr.

A. E. Van Arkel et J. H. De Boer - *La valence et l'électrostatique*. Première édition. Un vol. in-8, de XXX-405 pages, avec 93 figures. Félix Alcan, Paris, 1936. Prix, relié, 60 fr.

G. EMSCHWILLER - *Les données spectrales*. Première édition. Un vol. in-8 (de la collection des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 43 pages, avec 20 figures. Hermann, Paris, 1936. Prix, relié, 12 fr.

R. FORTRAT - *L'effet Zeeman dans les spectres de bandes*. Première édition. Un vol. in-8 (de la collection des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 40 pages, avec 14 figures. Hermann, Paris, 1936. Prix, relié, 12 fr.

Dans son livre sur *Les Atomes* publié en 1912, M. Jean Perrin avait exposé, avec une élégance et une clarté inimitables, les idées qu'on pouvait alors se faire sur la structure de la matière, auxquelles il avait apporté une contribution personnelle qui devait se révéler comme prodigieusement féconde. Les progrès de nos connaissances dans ce domaine ont été si rapides que l'ouvrage, tout en conservant tout son intérêt et sa puissance de suggestion, ne reflétait plus aujourd'hui, dans tous ses détails, l'état actuel de nos connaissances sur la physique atomique. Aussi tous ceux qui ont suivi cette évolution seront-ils reconnaissants à l'auteur de leur apporter un texte nouveau au courant des théories et des données expérimentales les plus récentes relatives aux molécules, aux atomes et à leurs constituants.

Si le plan général de l'ouvrage primitif a été conservé dans ses grandes lignes, la rédaction se présente comme entièrement nouvelle dans le détail grâce aux précisions qu'elle apporte sur de nombreux points ayant fait l'objet de recherches étendues au cours des vingt-cinq dernières années. Il nous paraît inutile d'analyser longuement un livre qui a eu dans le monde entier un si grand retentissement et qui a tant contribué à faire connaître les divers aspects de cette science des atomes si captivante par ce qu'elle a déjà réalisé et par ce qu'elle semble nous promettre pour un avenir prochain. Nous nous contenterons de rappeler, qu'après avoir exposé les preuves que l'on a aujourd'hui de l'existence des atomes, des électrons, des ions, des photons, l'auteur nous fait pénétrer dans la structure même des atomes, en insistant sur le rôle que l'on a été amené à attribuer au cortège d'électrons qui circulent autour du noyau. Cependant les progrès de la physique atomique ont été tels qu'afin de ne pas trop allonger son texte, il a dû s'arrêter au seuil du monde nucléaire, siège des propriétés essentielles de l'atome, qu'il promet de nous révéler dans un prochain volume. Nous souhaitons, avec tous ceux qui s'intéressent si passionnément à cette physique de l'atome dont les prodigieuses conquêtes marqueront d'une empreinte ineffaçable la physique contemporaine, que M. Jean Perrin puisse très vite réaliser sa promesse.

***

Le problème de l'affinité a toujours constitué la préoccupation essentielle des chimistes. Il a été envisagé de bien des manières qui ont chacune apporté quelques données nouvelles sur cette notion de l'affinité, si intuitive mais pourtant si prodigieusement complexe. On revient un peu aujourd'hui à l'idée fondamentale de Berzélius, mais remaniée, et l'on peut même dire complètement transformée, de manière à tenir compte des progrès qui ont été réalisés en électricité et en physique atomique. La notion d'affinité se ramène de plus en plus à l'action de la polarité électrique des plus petits constituants des corps.

C'est ce point de vue qu'ont envisagés principalement MM. Van Arkel et De Boer dans l'ouvrage sur *La Valence et l'Electrostatique* dont

MM. Dotreppe et Henrion nous donnent une excellente traduction française. En réalité, c'est un véritable traité de chimie générale que nous présentent les auteurs, dans lequel ils étudient successivement: les types d'ions, la structure des cristaux, l'énergie de liaison, la polarisation des ions, la structure des molécules, les spectres de bande en relation avec les liaisons chimiques, les composés complexes, l'hydratation et la solubilité, les phénomènes d'absorption, les propriétés des composés organiques, etc.

Sur tous ces points, les travaux qui se sont accumulés au cours des vingt-cinq dernières années ont été tels que le besoin se faisait de plus en plus sentir d'une synthèse des résultats acquis et des théories les plus représentatives. C'est cette synthèse que les physico-chimistes de langue française ont maintenant la bonne fortune de posséder; nous sommes certains qu'ils en prendront connaissance avec le plus grand intérêt et qu'elle ouvrira des horizons nouveaux à beaucoup d'entre eux.

***

Dans *Les Données Spectrales*, M. Emschwiller expose avec une grande clarté ce que les études spectrales nous permettent actuellement de connaître sur les molécules, sur leur constitution et le mécanisme de leurs transformations.

Après une introduction générale consacrée aux spectres d'émission, l'auteur rappelle les hypothèses fondamentales aujourd'hui admises relativement à la structure des atomes; puis il étudie les spectres moléculaires ou spectres de bandes en montrant l'intérêt que présentent à cet égard les théories quantiques; enfin, il résume les principaux résultats qui ont pu être déduits de l'étude de ces spectres, notamment en ce qui concerne la découverte de molécules nouvelles et la détection des isotopes. Comme il le fait remarquer, certains des résultats qui ont été signalés devront, sans doute, être retouchés, d'autres paraissent encore bien modestes; mais il ne paraît pas douteux que les recherches concernant les données spectrales, qui sont aujourd'hui en plein développement, nous apporteront, dans un avenir prochain, la solution de nombreux problèmes non encore résolus. L'exposé de M. Emschwiller constitue un bilan consciencieux et fort net de l'état actuel de nos connaissances dans ce domaine; il mérite d'être signalé spécialement à l'attention des physico-chimistes.

***

Contrairement à ce qu'on a pensé pendant longtemps, les spectres moléculaires ou spectres de bandes sont aussi sensibles au champ magnétique que les spectres atomiques. Comme le fait remarquer M. Fortrat dans l'étude qu'il a consacrée à ces phénomènes, si nos connaissances relatives à l'effet Zeeman dans les spectres de bandes sont moins étendues, c'est surtout à cause de la difficulté des observations, les photographies exigeant des durées de pose considérables. Mais cela tient aussi à la complexité des effets observés et à la multiplicité de leurs aspects, même à l'intérieur d'une seule bande. Cependant, la théorie quantique a permis d'interpréter les phénomènes et de servir de fil conducteur dans leur étude. Les énergies des différents états moléculaires sont modifiées par le champ magnétique lorsque ces états possèdent un moment magnétique résultant, que ce moment soit attribuable aux mouvements des électrons sur leurs trajectoires, ou à leurs spins.

La plupart des observations faites sur ces phénomènes par un grand nombre de chercheurs ont pu être ainsi interprétées, mais il subsiste encore un certain nombre de difficultés et il semble bien que l'étude approfondie de l'effet Zeeman dans les spectres de bandes soit encore susceptible de faire l'objet d'importantes études expérimentales ou théoriques.

Dijon, Université.

A. BOUTARIC

B. WILLIS - *East African Plateaus and Rift Valleys* (*Plateaux et vallées d'effondrement de l'Afrique orientale*). Un vol. in-4 (des *Studies in Comparative Seismology*), de 358 pages, avec 16 figures et 72 planches hors texte. Carnegie Institution, Washington, 1936.

K. SAPPER - *Geomorphologie der Feuchten Tropen* (*Géomorphologie des régions tropicales humides*). Un vol. in-8 (des *Geographische Schriften*), de 154 pages, avec 15 figures. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1935. Prix, broché, RM. 6.

A. HETTNER - *Vergleichende Länderkunde* (*Corologie comparée*), Band IV. Un vol. in-8, de 347 pages, avec 190 figures. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1935. Prix, broché, RM. 9.75, relié, RM. 10.50.

K. KREJCI-GRAF - *Erdöl* (*Pétrole*). Un vol. in-16 (de la *Verständliche Wissenschaft*), de 164 pages, avec 30 figures. Julius Springer, Berlin, 1936. Prix, relié, RM. 4.80.

Aux grandes fosses tectoniques de l'Afrique Orientale se rattachent des problèmes géophysiques et géologiques d'une grande importance et d'une étude difficile. Il s'agit de phénomènes imposants, qui se déroulent sur des milliers de kilomètres de longueur, sous forme de vallées ayant des dizaines de kilomètres de largeur et plus de 1500 mètres de profondeur; plus grandes, par conséquent, que les vallées d'érosion les plus considérables, et rattachées à la grande tectonique continentale. Les fosses s'ouvrent parmi des haut-plateaux énergiquement soulevés, faisant partie d'une ancienne surface d'aplanissement érosif et présentent souvent le soulèvement maximum sur les bords qui limitent les fosses; ce qui a fait supposer le bombement tectonique d'un massif ancien, successivement étiré et fracturé, avec enfoncement de la partie médiane; les fosses ressemblent en effet à des clés de voûte enfoncées. D'autres ont pensé, au contraire, à un chevauchement des bords sur le fond des fosses, par l'effet de compressions tangentielles. Beaucoup plus de crédit avait acquis dans les dernières années l'hypothèse d'une fissuration de la croûte, par suite de déplacements progressifs du continent africain vers l'ouest (théorie de Wegener). M. Bailey Willis, de retour d'une expédition scientifique envoyée dans le Tanganyika et l'Ouganda sous les auspices de la Carnegie Institution, propose, au contraire, une explication fondée sur l'hypothèse de soulèvements magmatiques. Le magma gonflerait sous les boucliers continentaux, lorsque, par l'effet de la chaleur, d'origine surtout radioactive et s'accumulant pendant des millions d'années, des masses de roches étendues et puissantes passent à l'état de fusion: d'où augmentation de volume qui produit un soulèvement de la croûte sus-jacente; soulèvement qui tend à atteindre son

maximum dans les zones de fracturation, où le magma forme des intrusions et finit par faire éruption à l'extérieur; au passage du magma à la surface correspond une diminution progressive des masses en profondeur et, par conséquent, un approfondissement des bandes fracturées. L'hypothèse est hardie et laisse très perplexe, malgré le renom de l'auteur; elle n'explique pas la longue série de fosses qui s'étend de Tanganyika à travers la Mer Rouge jusqu'en Palestine et qui semble avoir les caractères d'une des grandes lignes de la tectonique du globe. Intéressante comme hypothèse de travail, elle s'appuie sur un nombre d'observations suffisant et sur un travail de synthèse organique qui rendent ce volume un des plus remarquables de tous ceux qui ont été publiés par la Carnegie Institution.

***

Dans les régions tropicales à climat humide (c'est-à-dire où les précipitations dépassent l'évaporation), l'altération chimique des roches, favorisee par la température élevée, peut acquérir une intensité et une rapidité d'effets remarquables. Il convient naturellement de distinguer entre les régions très humides, couvertes de forêts qui ne laissent pas agir le soleil et le vent pendant les brèves périodes de sécheresse, et les régions à savanes où l'alternance nette des saisons sèches et des saisons pluvieuses se répercute sur la végétation et sur l'altération du sol. M. Karl Sapper, qui a vécu dans ces régions pendant de longues années, expose d'une façon claire et synthétique ses propres données et observations et celles qu'on trouve dans la littérature sur les phénomènes auxquels donne lieu l'évolution des altérations du sol dans l'Amérique Centrale, en étendant ce schéma aux autres régions de la Terre se trouvant dans des conditions climatiques analogues. Libre, vivant et utile, digne de ce géographe éminent.

***

Le quatrième et dernier volume de la « Vergleichende Laenderkunde » de M. A. Hettner comprend: le monde végétal, le monde animal, l'homme, les grandes régions géographiques. L'étude du monde végétal au point de vue géographique a une grande importance, en raison des rapports étroits qui existent entre les plantes, et surtout les associations végétales, d'une part, les conditions du climat et du sol et l'aspect général du paysage, de l'autre. Cet exposé, qui occupe la plus grande partie du volume et auquel est consacré le plus grand nombre des magnifiques illustrations qui ornent celui-ci, est peut-être le meilleur que nous possédions sur ce sujet. Pour ce qui est du monde animal, nous avons trouvé particulièrement intéressant le chapitre relatif aux divers types de « territoires de vie », c'est-à-dire des ambiances qui exigent des adaptations à des conditions de vie particulières: forêts, savanes, déserts, toundres, fleuves, cavernes. L'homme est considéré avant tout comme élément constitutif du paysage et comme transformateur du paysage naturel. La dernière partie aborde le difficile problème de la répartition de la surface terrestre en grandes unités naturelles; problème peut-être insoluble, à cause de l'enchevêtrement inextricable des phénomènes (tectoniques, morphologiques, climatiques, biologiques, humains) sur lequel devrait se baser une division rationnelle.

***

Le livre de M. K. Krejci-Graf, petit de volume, mais dense de substance, est un véritable modèle de vulgarisation scientifique, en ce qu'il guide le lecteur de façon à lui faire presque toucher du doigt les faits, et l'aide à raisonner sur ceux-ci. En même temps, la rigueur logique de l'exposé est de nature à le rendre utile même aux géologues de profession: je pense surtout, ce disant, à la discussion limpide et serrée de la question de l'origine du pétrole que l'auteur attribue à la lente transformation de matières organiques accumulées dans les fonds marins vaseux et dans les eaux tranquilles et privées d'oxygène. Le problème reste encore obscur; mais des recherches comparatives, dans le genre de celles que décrit avec tant de lucidité l'auteur, sont riches en éléments utiles et font entrevoir la possibilité d'intéressantes hypothèses de travail.

Bologna, R. Università.

MICHELE GORTANI

*** *Discovery Reports* - Issued by the Discovery Committee, Colonial Office, London, on behalf of the Government of the Dependencies of the Falkland Islands (Résultats des recherches du « Discovery » publiés par le Comité du « Discovery », Bureau Colonial de Londres, sous les auspices du Gouvernement des îles Falkland). At the Cambridge University Press, Cambridge.

Vol. XI, 1936, Title-pages and List of Contents (Frontispice et table des matières), p. I-VI. Prix, broché, 9 pence. 1. *The Plankton of the South Georgia Whaling grounds and adjacent waters, 1926-1927.* (*Le plankton des eaux à baleines de la Géorgie australe et des eaux environnantes*), par A. C. HARDY et E. R. GUNTHER, p. 1-456, avec 193 figures, dans le texte. Prix, broché, 50 sh. 2. *The continuous plankton recorder* (*L'appareil enregistreur du plankton continu*), par A. C. HARDY, p. 457-510, planches I-IV, avec 31 figures dans le texte. Prix, broché, 9 sh. 3. *Observations on the uneven distribution of Oceanic plankton* (*Observations sur la distribution inégale du plankton océanique*), par A. C. HARDY, p. 511-538, avec 18 figures dans le texte. Prix, broché, 4 sh.

Vol. XII, 1936. Title-pages, List of Contents and List of Personnel (Frontispice et table des matières et du personnel), p. I-VIII, Prix, broché, 1 sh. 1. *Coast Fishes.* Part I: *The South Atlantic* (*Poissons de côte.* Première Partie: *Atlantique méridional*), par J. R. NORMAN, p. 1-58, avec 15 figures dans le texte. Prix, broché, 5 sh. 2. *Polychaete Worms.* II. (*Vers Polychètes.* II), par C. C. A. MONRO, p. 59-198, avec 34 figures dans le texte. Prix, broché, 11 sh. 3. *Echinoidea and Ophiuroidea* (*Echinoïdes et Ophiures*), par TH. MORTENSEN, p. 199-348, planches I-IX, avec 53 figures dans le texte. Prix, broché, 27 sh. 4. *The Birds of the South Orkney Islands* (*Les oiseaux des Orcades australes*) par R. A. B. ARDLEY, p. 349-376, planches X-XII, avec 1 figure dans le texte. Prix, broché, 6 sh. 5. *Larvae of Decapod Crustacea* (*Larves de Crustacés Décapodes*). Part I: *Stenopidea;* Part II: *Amphionidae;*

Part III: *Phyllosoma*, par R. GURNEY, p. 377-440, avec 42 figures dans les texte. Prix, broché, 9 sh.

Vol. XIII, 1936, Title-pages and List of Contents (Frontispice et table des matières), p. I-VI. Prix, broché, 9 pence. 1. *Foraminifera.* Part IV. *Additional records from the Weddell Sea sector from material obtained by the S. Y. « Scotia », with a report on some crystalline components of the Weddell sea deposits, with chemical analyses* (*Foraminifères, Notices supplémentaires sur les matériaux recueillis par le S. Y. « Scotia » dans le secteur de la mer de Weddell, avec notices sur quelques composés cristallins des dépôts de la mer de Weddell, avec des analyses chimiques*), par A. EARLAND, F. A. BANNISTER et M. H. HEY, p. 1-76, planches I-II *a*. Prix, broché, 12 sh. 2. *The royal research ship « Discovery II »* (*Le bateau royal « Discovery II »*), par R. A. B. ARDLEY et N. A. MACKINTOSH, p. 77-106, planches III-XIII, Prix, broché, 9 sh. 3. *A report on oceanographical investigations in the Peru coastal current* (*Relation sur les recherches océanographiques dans le courant côtier du Pérou*), par E. R. GUNTHER, p. 107-276, planches XIV-XVI, avec 71 figures dans le texte. Prix, broché, 26 sh. 4. *Rhincalanus gigas* (*Brady*) *a Copedop of the southern macroplankton* (*Rhincalanus gigas* [*Brady*] *un copépode du macroplankton austral*), par F. D. OMMANNEY, p. 277-384, avec 29 figures dans le texte. Prix, roché, 15 sh.

Report on the progress of the Discovery Committee's investigations (*Rapport sur le progrès des recherches du Discovery*). Issued by the Discovery Committee Colonial Office. At the Cambridge University Press, Cambridge, 1037. Prix, broché, 3 sh. 6 pence.

Les trois nouveaux volumes XI, XII et XIII des Rapports de la Discovery, qui font suite aux précédents dont j'ai déjà rendu compte à plusieurs reprises dans cette Revue, offrent toute la beauté des volumes précédents et il me paraît par conséquent inutile que j'en refasse l'éloge.

Le XI[e] volume est entièrement consacré à l'étude du plankton. Il est l'œuvre presque exclusive de Hardy qui décrit, en premier lieu, un appareil étudié et construit dans ce but, l'enregistreur continu du plankton uniforme, qui permet l'estimation quantitative et qualitative du plankton. Il s'agit ici d'un appareil très compliqué, impossible à décrire brièvement, qui représente une importante acquisition pour les recherches océanographiques et qui, dans les mains des savants de la Discovery, a donné d'excellents résultats. Le fascicule sur le plankton des régions à baleines de la Géorgie australe et des eaux voisines réunit une masse de données vraiment superbe. Après quelques notes sur la géographie et l'hydrographie de la zone explorée, sur les méthodes de récolte, sur les campagnes accomplies et les méthodes de recherches de laboratoire, Hardy passe en revue successivement le phytoplankton, le zooplankton, les interrelations entre plankton et baleines, entre phytoplankton et zooplankton par rapport à la distribution générale des organismes planktoniens. La distribution et les migrations horizontales et verticales sont examinées ainsi que les corrélations entre la composition chimique de l'eau et la présence de formes déterminées pour arriver à conclure qu'il y a une étroite interdépendance entre le contenu en phosphates de l'eau, la quantité de phytoplankton, la quantité de *Eupharisia superba* et de baleines et qu'il sera peut-être possible de déterminer la distribution

des baleines d'après le pourcentage de phosphates contenus dans l'eau. Résultat, évidemment, d'un très haut intérêt scientifique et pratique qui montre combien sont indissolublement liés tous les phénomènes naturels et comment on ne peut tirer que de l'ensemble de leur étude seulement, des conséquences de la plus haute valeur.

Des graphiques et tables en grand nombre documentent de la façon la plus complète l'énorme quantité de données recueillies et scientifiquement étudiées.

L'étude du plankton est complétée par un chapitre sur le plankton discontinu, dans lequel la distribution discontinue est illustrée, en particulier pour quelques régions, par quelques groupes d'organismes spéciaux.

Le volume XII est exclusivement consacré aux recherches de zoologie systématique: Norman y énumère les différentes espèces de poissons côtiers recueillis dans l'Atlantique méridional, décrivant de nombreuses espèces nouvelles et faisant la révision de certains genres critiques. Monro continue l'illustration des polychètes dont il avait déjà publié une première partie en 1930. Mortens, décrivant de nombreuses nouvelles espèces, énumère, les échinoïdes et ophiures recueillis; Ardley énumère, en accompagnant son énumération de quantité d'observations zoogéographiques et biologiques, les oiseaux des îles Orcades australes tandis que, enfin, Gurney dresse la la liste des formes larvaires des crustacés décapodes appartenant aux sténopidés, aux amphionidés, aux phyllosomes et les décrit.

Dans toutes ces parties, l'étude systématique est toujours accompagnée d'une ample discussion sur la distribution géographique des formes, sur l'affinité avec des espèces d'autres régions, de telle sorte que l'exposition a fréquemment la valeur d'une monographie.

Le contenu du XIII^{e} volume est plus hétérogène. Le premier fascicule complète l'étude, déjà abondamment développée dans les fascicules précédents, des foraminifères et traite, en particulier, des matériaux recueillis dans la mer de Weddell par le navire Scotia, et les auteurs en profitent pour faire quelques rectifications aux notes précédemment publiées. Dans le même fascicule sont rapportés les résultats de l'étude minéralogique et chimique de quelques composés cristallins du fond de la mer de Weddell. Le second fascicule est consacré à la description du navire « La Discovery 11 ». Cette description qui correspond à celle de la « Discovery 1 » donnée précédemment, trace le tableau le plus complet des caractéristiques du navire, des différentes installations, de la machinerie et de tout l'appareillage scientifique très riche et très soigné. De très belles planches et de nombreuses esquisses représentent ce beau navire magnifiquement outillé avec une richesse de moyens d'étude vraiment supérieure à tout éloge. Le troisième fascicule contient les résultats des études accomplies sur les recherches océanographiques dans le courant côtier du Pérou. On y étudie successivement les vents côtiers, les courants verticaux, la distribution des masses d'eau, les courants horizontaux de surface et de sous-surface, la salinité de surface, la fréquence des organismes, la coloration des eaux, les limites du courant côtier du Pérou, etc., et l'on y établit, enfin, une comparaison entre les courants occidentaux et orientaux qui longent l'Amérique méridionale. Graphiques, diagrammes, tableaux et planches documentent toutes ces recherches qu'il est impossible de résumer et qui constituent un ensemble de connaissances de la plus haute importance. La dernier fascicule, enfin, est

consacré à l'étude d'un copépode, le *Rhincalanus gigas*, pris comme type d'animal planktonien dont le cycle biologique et, spécialement, sa distribution, sont illustrés.

Il doit être finalement rappelé, en appendice, le rapport sur les progrès accomplis dans les recherches de la Discovery où sont sommairement résumés les buts et l'organisation des campagnes, la description de la Discovery 1, de la William Scoresby, de la Discovery 11, de l'installation des laboratoires dans la Géorgie australe, des résultats d'ensemble obtenus dans l'étude sur les baleines, l'océanographie, l'hydrographie, le plankton, la distribution des glaces, la pêche, les phoques et les oiseaux, les reliefs océanographiques et les sondages, les courants côtiers du Pérou et de Humboldt, la météorologie et les collections. Il n'est pas nécessaire de revenir sur ces résumés, car les comptes rendus successifs que j'ai faits au fur et à mesure qu'ont paru les différents volumes ont déjà abondamment illustré ces résultats.

Roma, R. Università.

EDOARDO ZAVATTARI

J. E. RUSSELL - *Soil Conditions and Plant Growth* (*Conditions du sol et croissance des plantes*). Un vol. in-8, de VIII-655 pages, avec illustrations. Septième Édition. Longmans, Green & Co., London, 1937. Prix, relié, 21 sh.

La rapide succession des éditions témoigne de la fortune de ce livre, œuvre du Directeur de la Station Expérimentale de Rothamsted et de l'Office Impérial de la Science du Sol de Harpenden. Fortune bien méritée, car ce volume représentant une mise à jour presque complète de nos connaissances relatives au sol agraire dans ses rapports avec les plantes. Le mérite capital du livre consiste en ce qu'il considère le sol agraire comme une entité vivante; on peut même dire que c'est principalement grâce à cet ouvrage que le concept dynamique moderne, celui d'interrelations multiples et complexes entre les êtres qui habitent le sol, a trouvé une si grande diffusion. On parle aujourd'hui, en attribuant à ces mots un sens littéral, de naissance et de mort, de maladie et de santé du terrain. La fréquence des éditions (cinq années seulement se sont écoulées entre la sixième et la septième) était peut-être de nature à rendre possible une mise à jour plus complète de la littérature sur ce sujet, et étant donné les dimensions de l'ouvrage, par exemple, l'auteur, en parlant des mycorrhizes, aurait pu citer la théorie de la double infection de Peyronel, aujourd'hui largement acceptée; de même qu'à propos des études sur les Protozoaires du terrrain, il aurait pu rappeler la volumineuse monographie de Grandi et Grandi, les études italiennes sur le bactériophage du terrain et des plantes agraires, etc. Il est instructif, à ce propos, de faire une comparaison avec le traité de Waksman (*Principles of Soil Bacteriology*, 1931), contemporain de la sixième édition de l'ouvrage de M. Russell, tout en tenant compte du fait de la spécialisation plus grande (et, par conséquent, de la plus grande unila-

téralité) du premier. Quoi qu'il en soit, le volume de M. Russell reste un des deux ou trois ouvrages fondamentaux que nous possédions sur la pédologie agraire, et il caractérise bien la phase d'évolution actuelle de cette science.

Firenze, R. Università.

R. CIFERRI

H. GÜNTER - *Das deutsche Mittelalter* (*Le Moyen âge allemand*). Première Partie: *Das Reich* [*Hochmittelalter*] (*L'Empire* [*Haut Moyen âge*]). Un vol. in-8 (t. XII de la *Geschichte der führenden Völker*, publ. par H. Finke, H. Junker et G. Schnürer), de VIII-376 pages, avec 8 planches hors texte, 10 cartes et 10 tableaux généalogiques. Herder & Cie, Fribourg-en-Brisgau, 1936. Prix, broché, RM. 8.50, relié, RM. 10.50.

E. K. WINTER - *Rudolph IV von Oesterreich* (*Rodolphe IV d'Autriche*). Deux vol. in-8 (t. II et III des *Wiener soziologische Studien*, publ. par E. K. Winter), de XVI-410 pages, avec 24 planches hors texte, et de XVI-531 pages, avec 28 planches hors texte. Gsur et Cie, Wien, 1936.

J. HALLER - *Nikolaus I und Pseudo Isidor* (*Nicolas Ier et le pseud Isidor*). Un vol. in-8, de VI-203 pages. J. G. Gotta'sche Buchhandlung, Stuttgart, 1936. Prix, RM. 5.

A. ESMEIN - *Le mariage en droit canonique.* Deuxième édition mise à jour par R. GÉNESTAL et JEAN DAUVILLIER. Deux vol. in-8, de VIII-477 et VIII-507 pages. Librairie du Recueil Sirey, Paris, 1929-1935. Prix, 60 fr. le volume; 120 fr. les deux.

G. I. BRATIANU - *Privilèges et franchises municipales dans l'Empire byzantin.* Un vol. in-16, de 138 pages et une planche hors texte. Geuthner, Paris, et Cultura Nationala, Bucarest, 1936. Prix, fr. 12.

M. W. BALDWIN - *Raymond III of Tripolis and the fall of Jerusalem* [*1140-1187*] (*Raymond III de Tripoli et la chute de Jérusalem*). Un vol. in-8, de X-177 pages, avec une carte et un tableau généalogique. Princeton University Press, Princeton, 1936. Prix, relié, $ 2.

Voici un lot de volumes nouveaux relatifs au moyen âge. Les uns traitent d'histoire politique, économique ou sociale; les autres d'histoire religieuse. Les uns ont pour théâtre l'Orient, les autres l'Occident. Ils ne procèdent pas tous de la même méthode et ne s'adressent pas tous au même public. Tous cependant méritent à divers égards de retenir l'attention.

***

Citons-en deux d'abord qui traitent des pays germaniques.

Dans l'*Histoire générale* entreprise par MM. Finke, Junker et Schnürer, M. Günter publie le premier des deux volumes consacrés à l'Allemagne médiévale. Nous avons déjà eu ici même l'occasion de caractériser brièvement l'œuvre d'ensemble à laquelle le livre de M. Günter se rattache et aurons sans doute à y revenir si d'autres tomes de cette œuvre nous sont

adressés. Prenant la suite de l'exposé remarquable qu'au tome XI, M. Schnürer avait donné en 1932 de l'histoire de la chrétienté occidentale jusqu'à la fin du IXe siècle, M. Günter en a retenu l'idée principale, tout en demeurant fidèle à l'inspiration générale de la collection («Histoire des peuples *dirigeants* »), car il s'est proposé avant tout, si nous l'avons bien compris, de montrer comment les empereurs allemands ont assumé un rôle dirigeant dans l'Europe occidentale en tant que chefs de la communauté des peuples chrétiens d'Occident. A l'exemple de celui de M. Schnürer, l'exposé de M. Günter, qui s'arrête à la mort de Frédéric II, en 1250, est clair, instructif, bien conduit. Peut-être est-il un peu trop systématique; l'inspiration en est parfois contestable; mais on le lira avec intérêt.

***

Les deux volumes de M. Winter, dédiés l'un à la mémoire de Dolfuss, l'autre à « l'héritier légitime », ont pour premier objet de célébrer en Rodolphe IV de Habsbourg le fondateur de l'indépendance autrichienne. Ce n'est pourtant pas ce nationalisme rétrospectif qui frappera d'abord le lecteur: l'œuvre fait partie d'une collection d'« études sociologiques », et l'auteur prétend avant tout renouveler l'histoire de l'Autriche au XIVe siècle en se plaçant, non au point de vue de l'historien, mais au point de vue du pur sociologue. Le résultat, disons-le tout net, est déconcertant. Nous reconnaissons volontiers que quelques-uns des problèmes auxquels s'arrête M. Winter (les milieux sociaux dans l'Autriche médiévale, l'organisation du crédit, l'idéologie politique du XIVe siècle, etc.) sont de première importance; mais, de grâce, un peu d'histoire, et moins de phraséologie! On voit mal où les prétentions réformatrices de ce sociologue égaré dans l'érudition entendent nous conduire.

***

M. J. Haller nous ramène sur un terrain plus solide avec son étude sur le pape Nicolas Ier. Et cependant la thèse qu'il y développe, avec toute l'autorité qui s'attache à son nom, ne manquera pas de surprendre. Il y conteste, en effet, la doctrine unanimement reçue, selon laquelle Nicolas Ier aurait été, en plein IXe siècle, un précurseur des plus grands papes du moyen âge. A ses écrits, il oppose des actes et n'y veut voir que faiblesse et impuissance. Il met, en autres, sa politique en rapports directs avec les faux du pseudo-Isidore. Ce n'est pas le lieu d'instituer sur tous ces points une discussion qui serait hors de place dans cette revue. Il suffira d'avoir signalé la thèse à tout le moins forcée dont M. Haller s'est fait le champion et qui ne manquera pas de trouver des contradicteurs.

***

L'ouvrage classique d'Esmein sur *Le mariage en droit canonique* (1891) était depuis longtemps épuisé quand un de ses plus brillants disciples, R. Génestal, entreprit de le rééditer en le mettant à jour. Le premier volume de cette réédition remonte à 1929, et Génestal avait révisé une grande partie du tome II, quand la mort est venue l'enlever brusquement à son tour. C'est à un de ses propres élèves, Jean Dauvillier qu'on doit l'achèvement du travail. Grâce à ce double concours, le livre d'Esmein apparaît maintenant rajeuni. Ses deux continuateurs ont, comme il est naturel, limité au strict

minimum leur intervention, ce qui ne veut pas dire que leur rôle ait été négligeable: le texte a été habilement retouché ou complété pour tenir compte des travaux parus dans ces quarante ou cinquante dernières années en France ou à l'étranger; des notes nombreuses ont été glissées au bas des pages, soit pour nuancer ou préciser un jugement, soit pour discuter des opinions contraires à celles de l'auteur. Tout un chapitre additionnel sur le droit canonique contemporain en matière de mariage (t. II, pages 415-482) a été écrit par M. Dauvillier qui, là comme ailleurs, a fait montre, à l'exemple de son maître Généstal, d'une érudition discrète et de bon aloi. Ainsi rafraîchi, le livre d'Esmein fera certainement encore une belle carrière.

***

Avec M. Bratianu, nous quittons l'Occident pour Byzance. Son étude sur les franchises municipales dans les provinces orientales de l'ancien Empire romain appelle fortement notre attention sur un sujet mal connu. Contrairement à l'opinion commune, l'auteur croit à la survivance en Orient de certaines libertés urbaines dans les provinces proches des frontières, et spécialement dans celles qui confinaient à l'Occident. Il ne conteste pas que les libertés aient subi une longue éclipse à partir de Justinien, mais pense qu'elles ont refleuri après les Isauriens et s'efforce d'en montrer le renouveau jusqu'en plein XIV[e] siècle et même au delà. Le sujet n'est qu'esquissé, d'ailleurs de main de maître. Il mériterait d'être repris.

***

M. Baldwin enfin nous transporte en Syrie au XII[e] siècle, avec une solide biographie de Raymond III de Tripoli, qui nous aide à mieux comprendre la situation des États latins d'Orient dans les années immédiatement antérieures à la chute de Jérusalem, en 1187. C'est en réalité à expliquer cet événement et à en étudier les signes précurseurs que le volume est surtout consacré, de sorte que l'intérêt en est plus grand qu'il ne semblerait d'abord. Le récit de la bataille d'Hattin remplit à lui seul tout un chapitre de près de quarante pages. La conclusion de l'auteur est que la catastrophe de 1187 a été rendue inévitable par l'impossibilité où les Francs de Syrie se trouvèrent de faire face par leurs seuls moyens aux attaques des Musulmans.

Paris, Université.

LOUIS HALPHEN

G. BOSON - *Tavolette cuneiformi sumere degli archivi di Drehem e di Djoha, dell'ultima dinastia di Ur* (*Tablettes cunéiformes sumériennes des archives de Drehem et de Djoha, de la dernière dynastie d'Ur*). Un vol. in-8 (*Publications de l'Università Cattolica del Sacro Cuore.* Douzième série: Sciences Orientales, vol. 11), de 75 pages et 113 tables. Società Editrice « Vita e Pensiero », Milano, 1936. Prix, L. 20.

De nombreux musées de l'ancien et du nouveau monde possèdent des tablettes inscrites en caractères cunéiformes, trouvées principalement à Drehem en Mésopotamie méridionale ou en quelque autre lieu de cette

région, qui remontent à quelques siècles avant l'an 2000 av. J.-C. De ces tablettes de caractère presque exclusivement économique et administratif, on a déjà publié en grande quantité plusieurs éditions, de sorte que, parmi les savants en assyriologie, la phrase « tablettes de Drehem » a un sens bien déterminé et constitue presque un type de document économique. Parmi les musées européens possesseurs de tablettes de Drehem on compte aussi le Musée d'Antiquités Égyptiennes de Turin, pour lequel des tablettes en caractères cunéiformes avaient été acquises du temps de l'égyptologue F. Schiaparelli, et encore, en 1921 par G. Boson, maintenant professeur à l'Université Catholique du Sacré Cœur de Milan. Dans le présent beau volume Boson publie en autographie et 113 tables, 372 tablettes provenant des archives de Drehem et de Djoha, appartenant pour la plus grande partie au susdit Musée de Turin et à la collection de l'Université Catholique du Sacré Cœur, c'est-à-dire des tables qui faisaient partie des archives des magasins et des dépôts de denrées du grand sanctuaire central sumérien de Nippur et de celles de l'antique cité sumérienne d'Umma. Elles remontent, environ, aux années 2300 ou 2100 av. J.-C. et précisément aux règnes des rois Sulgi, Bûr-Sin, Gimil-Sin et Ibi-Sin de la soi-disant troisième dynastie d'Ur. L'auteur a fait précéder son édition en caractères cunéiformes de 75 pages environ servant d'introduction à l'édition vraie et propre, pages qui contiennent la liste d'expressions, noms, formes grammaticales et choses notables qui se trouvent dans les tablettes. Après un catalogue des documents suivant leur provenance, on en trouve un autre donnant la classification de ceux-ci en ce qui concerne leur contenu et leur type. Viennent ensuite les listes des dates des documents, ceux des mois cités, puis encore l'index des noms propres, des noms nouveaux, de ceux des villes, des divinités principales, des temples et des maisons, des jardins, prés et champs, des plus hautes charges administratives et religieuses, des noms de familles et des dépendances, des professions et analogues, des expressions culturelles, des produits du sol, des animaux et d'autres choses et, enfin, un catalogue des formes grammaticales les plus importantes. Ces listes soigneusement établies remplacent la traduction des textes publiés et sont très précieuses pour les savants qu'intéressent la religion, la société, l'économie, le droit et ainsi de suite, des Sumériens au temps de la célèbre troisième dynastie d'Ur. L'édition est bien faite, les autographies sont claires et l'impression soignée.

Firenze, R. Università.

GIUSEPPE FURLANI

RIVISTA DELLE RIVISTE – REVUE DES REVUES
REVIEW OF REVIEWS – ZEITSCHRIFTEN-UMSCHAU
REVISTA DE REVISTAS

Isis - (Washington, Février 1938). — « R. E. SCHLUETER, *Wislizenus (1810-1889), un pionnier de la météorologie, savant physicien et naturaliste.* — Le docteur Wislizenus était originaire d'Allemagne, sa famille ayant quitté la Pologne au 16e siècle; il prit ses grades à Zurich (Suisse), en 1833, puis s'enfuit de ce pays après avoir participé à une révolution manquée. C'est alors qu'il vint en Amérique, se fixant à New-York. De là, il gagna Mascoutah (Illinois) et plus tard St-Louis. Il voyagea beaucoup pour déterminer des altitudes et faire des relevés météorologiques. Il étudia également la nature de plusieurs gisements minéraux et rapporta de ses voyages un grand nombre de variétés botaniques, en dépit d'un séjour de six mois, comme prisonnier de guerre, au Mexique. Les résultats de ces voyages font l'objet d'un ouvrage édité en 1850 par ordre du Sénat Américain; la description des plantes y est faite par Dr. G. Engelmann. Le docteur Wislizenus fut un des fondateurs de l'Académie des Sciences de St-Louis et écrivit nombre d'articles d'ordre médical ou scientifique général. Toutefois, sa contribution durable est constituée par ses relevés météorologiques méthodiques exécutés six fois par jour, bien avant que le gouvernement Fédéral ait assumé ce service; ceux-ci sont d'ailleurs toujours utilisés comme base de comparaison. S. d. S.

Philosophia - (Beograd, 1937). — « A. LIEBERT, *Zur Renaissance des Ethischen Humanismus* (*Signes de renaissance de l'humanisme éthique*). — L'humanisme joue un rôle décisif dans la vie spirituelle en Europe. Cette constatation a amené l'auteur à donner une place importante aux progrès et à l'expansion de l'humanisme, dans l'œuvre entreprise par la société internationale *Philosophia* et dans sa revue. Les efforts de l'auteur tendent actuellement à considérer non pas seulement l'humanisme dans son principe et sous une forme abstraite, mais à en caractériser et en faire caractériser la portée concrète pour les divers domaines particuliers de la culture, en donnant à ces exposés un maximum d'objectivité. F. F.

Revue Philosophique - (Paris, Mai-Juin 1938). — « J. ULLMO, *La loi scientifique* ». — Ce travail fait suite à l'article *Le réel et la science* paru dans la même revue en Novembre 1936. Il s'agit d'exposer la méthode pratique par laquelle la science explore le monde extérieur des apparences. Elle y cherche des *relations répétables* élémentaires. Dans ces relations entre grandeurs variables figurent des *paramètres* constants. La science *définit* par ces paramètres des êtres objectifs à qui elle donne un nom: masse, forme, résistance électrique, âge physiologique, etc. L'*objet* scientifique est ensuite défini comme « une portion des apparences extérieures qui donne lieu à la manifestation, dans des relations répétables, de la valeur constante d'un certain nombre de paramètres ». Tout concept introduit possède ainsi une définition « opérationnelle », expérimentale. Les relations élémentaires, univoques ou, dans le cas général, multivoques (corrélations) donnent ensuite les *lois* par sommation, ou intégration. La notion de loi universelle est analysée; l'opposition disparaît des lois du monde vivant et de celles du monde inorganique. On comprend l'importance des lois *simples* pour la

théorie ultérieure: le concept de simplicité est discuté. La théorie des erreurs de mesure et la théorie des probabilités de jeu fournissent des illustrations de la méthode exposée. Celle-ci, abstraite initialement de la physique, se révèle adaptée aux sciences les plus diverses, biologie, psychologie (Spearman), sociologie, etc. Des exemples sont traités pour chacune de ces disciplines. Certains problèmes classiques de la physique microscopique paraissent se résoudre. F. S.

***

Analele de Psihologie - (Bucarest, 1937). — « C. RADULESCU-MOTRU, *Noi cercetări asupra Timpului* » (*Nouvelles recherches sur le temps*). — Malgré les nombreuses recherches qui ont été faites jusqu'ici, le problème du temps est bien loin d'avoir trouvé une solution scientifique satisfaisante. Et cela pour deux causes. En premier lieu, il est difficile de définir le temps puisqu'il est lié à toute l'expérience interne et externe de l'homme; en second lieu, par suite d'une orientation de le psychologie de jusqu'à nos jours, on l'étudiait plus comme un fait physique que comme un fait psychique. Dans sa nouvelle direction, la psychologie essaye, par ses recherches, de montrer les différentiations que subit la compréhension du temps d'après le type de l'individualité psychique et d'après l'objet de recherche des sciences spéciales. L'auteur passe à considérer le temps comme un produit de l'évolution de la vie de relation. Théorie de Pierre Janet. Forme que prend la structure du temps aux premières époques de la culture européenne: au début, l'homme a connu le temps comme une vie fragmentaire subjective et c'est seulement peu à peu qu'il s'est élevé jusqu'à sa structure d'ordre objectif. Les changements ayant un caractère de périodicité facilitent la structure des rapports temporels. Dans la conscience de l'homme cultivé d'aujourd'hui, le temps est un déterminisme causal et irréversible. C'est sur cette conception que se base toute son activité économique industrielle, en commençant par l'industrie des instruments de chronométrie. — Les nouvelles recherches sur le temps ont donné le jour à des conceptions sur le temps différentes de celles connues jusqu'ici par la Physique et la Psychologie. Du point de vue psychologique, les nouvelles recherches portent plus sur les différentiations que prend la sensation du temps chez les divers types humains. Le problème du temps devient ainsi un problème de typologie. Quant au temps physique, les nouvelles recherches faites particulièrement sur le terrain de la micro-physique ont amené un changement de perspective. Le déterminisme causal et irréversible qui était à la base de la conception macro-physique du temps est mis en doute grâce aux recherches en micro-physique. Le temps de la micro-physique attend une nouvelle définition. — Le temps physiologique et biologique s'éloigne de la vieille définition du temps physique. Les unités organiques, bien que constituées par des éléments matériels physiques ne suivent pas le déterminisme du temps physique, mais leur propre déterminisme qui est autonome au milieu du déterminisme universel. — De même le temps historique. On ne mesure pas le temps historique d'après un ordre chronométrique, mais d'après la spontanéité de créer des institutions et des formes nouvelles de culture qui résident dans l'esprit des membres de certains groupements sociaux. Il ne peut pas être question d'une uniformité de *tempo* dans la vie historique des différents peuples. Il y a des peuples stationnaires et des peuples dynamiques. Dans l'esprit des peuples dynamiques, il existe une force d'invention et d'originalité qui accélère le cours de leur vie historique. Les hommes de vocation sont ceux qui rendent actuelle dans chaque peuple la force d'invention et d'originalité. Le temps historique consiste dans le rythme des créations d'institutions et de culture des hommes de vocation. C. R.

Journal of Physiology - (London, 1937, vol. 91). — « R. CURRY, *The Mechanism of Pitch change in the Voice*» (*Le mécanisme des changements du ton de la voix*). — **Archiv f. Sprach- und Stimmheilkunde** - (Berlin, 1938, vol. 2). — «R. CURRY, *The Physiology of Pitch change in the singing Voice*» (*La physiologie des changements du ton de la voix d'un chanteur*). — **Revue française de Phoniatrie** - (Paris, 1938, nº 21). — « R. CURRY, *Physiologie d'une voix de soprano* ». — **Archives Néerlandaises de Phonétique Expérimentale** - (Amsterdam, 1938, vol. 14). — « R. CURRY, *Physiology of the contralto Voice*» (*Psychologie d'une voix de contralto*). — Ces quatres articles comprennent une étude radiographique de la physiologie de la voix chantée du soprano et du contralto. Chaque article est accompagné d'une série de huit radiographies instantanées, donnant la section médiane et sagittale de la tête à partir de la cavité nasale jusqu'au larynx. Toutes les radiographies sont accompagnées de courbes simultanées photographiées à l'oscillographe à rayons cathodiques et des enregistrements sur disques sonores. Les dimensions des cavités et les positions des organes sont notées, et les faits suivants ont été observés. 1º L'ouverture des lèvres et de la mâchoire augmente avec la hauteur ascendante de la voix, peut-être en conséquence de l'enseignement. 2º La position de la langue est typique de la voyelle en question. 3º Pour la voyelle *a* le pharynx et le vestibule du larynx sont régulièrement étroits et le vestibule est plus étroit aux hauteurs les plus basses et les plus élevées. 4º Une élévation progressive de l'os hyoïde et du larynx se produit à mesure que la hauteur augmente. Cette élévation peut aller à 18 mm. pour l'étendue musicale de plus de deux octaves. 5º Pour les tons les plus élevés le ventricule du larynx se rétrécit verticalement, et les bandes ventriculaires se rapprochent des cordes vocales. 6º Dans quelques figures l'ouverture vélaire apparaît partielle, mais il n'y a pas de cas où la qualité du son fût nasale. 7º Les sons plus hauts se produisent par l'élévation progressive du larynx à cause de l'action des muscles laryngés externes. Les observations sont en accord général avec les observations stroboscopiques de Tarneaud et Husson sur les modes de vibration des cordes vocales pour les hauteurs de plus en plus élevées. F. U.

Revue générale des Sciences - (Paris, 15 Janvier 1938). — « J. ROSTAND, *La détermination expérimentale du Sexe chez les Mammifères* ». — La science génétique a complètement élucidé, en ces dernières années, le problème de la détermination du sexe en révélant, chez la plupart des organismes vivants, le mécanisme simple et rigoureux qui assure la régularité de la proportion sexuelle. Chez les Mammifères, et en particulier chez l'Homme, il existe deux sortes d'éléments spermatiques, qui diffèrent par la nature d'un chromosome: les uns (spermatozoïdes à chromosome X) produisent les femelles, les autres (spermatozoïdes à chromosome Y) produisent les mâles. Pour tâcher de modifier expérimentalement la proportion sexuelle, on peut agir sur le parent masculin, ou encore traiter directement la semence avant de l'utiliser à une insémination artificielle. C'est ce dernier procédé qui paraît devoir être préféré, encore que jusqu'ici il n'ait fourni aucun résultat décisif. Seul le chauffage de la semence s'est montré efficace dans une certaine mesure en exerçant une action défavorable sur les spermatozoïdes à chromosome Y. Il est infiniment probable que l'on réussira, dans un avenir prochain, à séparer les deux types d'éléments spermatiques, et, par suite, à réaliser des inséminations qui donneront exclusivement le sexe désiré.

P. d. F.

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUL SIGNIFICATO SCIENTIFICO DELL'OPERA DI MARCONI

L'invenzione di Guglielmo Marconi, oltre alle ben note grandiose ripercussioni nel campo pratico e industriale, ha avuto anche notevoli conseguenze nel campo della scienza pura, specialmente della fisica. Tra i più notevoli contributi portati da questa invenzione al progresso scientifico, vanno segnalati: *a*) la scoperta della « ionosfera », o « strato di Heaviside », e la possibilità di studiarne le proprietà per mezzo degli « echi elettromagnetici »; *b*) l'impulso potente dato dalla radiotecnica alla costruzione e allo studio dei vari tipi di lampade termoioniche, che sono preziose ausiliarie in moltissime ricerche di fisica, di fisiologia ecc.; *c*) il metodo di determinazione delle longitudini per mezzo dei segnali orari trasmessi per radio; *d*) altre tecniche che utilizzano la trasmissione di segnali radio per scopi scientifici. Inoltre, una così sorprendente e utile applicazione pratica delle ricerche, puramente scientifiche, di Maxwell, Hertz ecc. ha giovato anche indirettamente alla scienza, in quanto ha contribuito a provocare un migliore apprezzamento dell'utilità della scienza pura da parte dei governi, degli industriali e del pubblico.

All'insediamento solenne del Consiglio delle Ricerche, nel 1929, Guglielmo Marconi disse: « L'indagine scientifica porta al progresso ed alla scoperta e, qualche volta, la scoperta o l'invenzione provoca l'indagine scientifica ». Sarebbe assai interessante ricercare come si sono avverate queste parole, e cioè, che cosa ha dato la Fisica a Marconi, e che cosa deve la Fisica a Lui e alle innumerevoli ricerche originate dalla sua invenzione. Ma questo tema richiederebbe una trattazione molto più ampia di quella che può essere svolta in questa sede: dovrò quindi tralasciare del tutto la prima parte, e limitarmi a due o tre considerazioni sui contributi derivati dall'invenzione di Marconi alle ricerche di carattere puramente scientifico.

Nell'anno stesso, il 1894, in cui a Marconi balenò l'idea della possibilità di utilizzare le onde hertziane per la telegrafia senza filo, veniva a morte Enrico Hertz. Bisogna rileggere le parole con cui alcuni dei più insigni fisici di allora celebrarono, in quella occasione, l'opera del primo realizzatore delle onde elettromagnetiche, per comprendere quale fosse l'aspetto, troppo unilaterale, sotto cui quell'opera grandiosa veniva allora generalmente considerata.

Le leggi dei campi elettrici e magnetici, scoperte con l'esperienza da Oersted, Ampère, Faraday, erano passate, 28 anni prima, attraverso la mente geniale di Maxwell, da cui, rielaborate, integrate, affinate nel magico crogiuolo della matematica, erano uscite sotto forma di sei equazioni di straordinaria bellezza e semplicità. In tale forma, esse lasciavano prevedere l'esistenza di un fenomeno singolare, di carattere ondulatorio, che doveva propagarsi nello spazio con la velocità di 300.000 km/sec. La coincidenza di questo numero con la già nota velocità della luce aveva suggerito al Maxwell l'idea che tale fenomeno, per certi valori della lunghezza d'onda, fosse da iden-

tificarsi con la luce. La genialità e la bellezza di questa idea, per cui la luce, questa meravigliosa invenzione di Dio, veniva quasi riinventata dall'uomo, colpì talmente l'immaginazione degli scienziati, che quando Hertz, col suo oscillatore, creò quel modello ingrandito della luce che sono le onde hertziane, e quando egli stesso, e il Righi, ed altri, ne ebbero mostrate le proprietà di propagazione, riflessione, ecc., quasi tutti videro in questo bellissimo gruppo di lavori soltanto una perfetta conferma della teoria elettromagnetica della luce, conferma che veniva a coronare mirabilmente l'opera di Faraday e di Maxwell. E fu appunto questa polarizzazione delle menti su un solo aspetto delle onde hertziane, quello della loro analogia con la luce, che distolse i più dalla considerazione dell'interesse, anche pratico, che potevano avere queste onde per sè stesse, interesse che attrasse invece potentemente l'animo di Marconi. Fu la tendenza, cui troppo la mente umana è portata (ma che pure è spesso feconda di ammirabili risultati) a spingere l'analogia oltre i limiti della esperienza, che indusse uomini di alto valore, dopo le prime esperienze del Marconi, a preconizzare che le trasmissioni radiotelegrafiche avrebbero trovato un limite di distanza a poche centinaia di km. per effetto della curvatura terrestre, previsione il cui clamoroso insuccesso fu sempre ricordato da Marconi (che poco amava le teorie) con non celato compiacimento.

È oggi noto a tutti quale sia la fortunata circostanza che permette alle onde hertziane di contornare la Terra, giungendo anche agli antipodi con intensità apprezzabile: le alte regioni dell'atmosfera (tra i 50 ed i 250 km. circa) si trovano in una particolare condizione di intensa ionizzazione, per cui costituiscono una specie di « soffitto » quasi impenetrabile alle onde hertziane, le quali così, anzichè disperdersi negli spazi interplanetari, restano imprigionate in una intercapedine relativamente sottile che le guida lungo la superficie terrestre. L'esistenza di questo soffitto (oggi chiamato *ionosfera, o strato di Heaviside*, dal nome del fisico teorico che, primo, insieme al Kennelly, ne sospettò l'esistenza nel 1902), quando Marconi iniziò le sue esperienze era del tutto imprevedibile: solo l'inaspettato successo delle trasmissioni radiotelegrafiche a grande distanza ne rivelò l'esistenza, e le onde hertziane (che sono il solo fenomeno, prodotto dall'uomo, che possa influenzare uno spazio di dimensioni confrontabili con quelle del globo terrestre) costituiscono l'unico mezzo a nostra disposizione per sondarne l'altezza, la costituzione, i movimenti. Oggi le ricerche sulla ionosfera si compiono da vari anni sistematicamente, studiando la riflessione su di essa di onde hertziane appositamente emesse, cioè i cosidetti « echi elettromagnetici ». Si è così potuto accertare che la ionosfera ha una struttura complessa, essendo costituita di tre distinti strati sovrapposti di aria ionizzata: uno, detto « strato F », a circa 240 km. di altezza, uno

« strato E » a circa 100 km., e infine uno « strato D », assai più debole, a forse 50 km., il quale scompare quasi completamente di notte. La preponderante influenza che ha la luce solare sulla formazione di questi strati spiega il fatto ben noto (studiato per la prima volta da Marconi nel 1902) che le radiotrasmissioni giungono a distanze assai maggiori di notte che di giorno. Dall'esistenza e dalle proprietà della ionosfera derivano quei fenomeni ben noti ai radioamatori che sono il « fading » o evanescenza, e la formazione delle cosidette « zone di silenzio ». Vi è oggi su questi argomenti una vastissima letteratura scientifica, che costituisce un ampio e interessante campo di nozioni in continuo sviluppo, del quale la fisica è unicamente debitrice alla scoperta delle radiocomunicazioni.

Nella fisica della ionosfera si può dire che l'invenzione di Marconi ha rivelato alla scienza pura tanto l'oggetto della ricerca che lo strumento per effettuarla. Ma vi sono molti altri rami della fisica (e non della fisica soltanto, ma anche di altre scienze affini) che, nel perseguire gli scopi più svariati, traggono indirettamente immenso vantaggio dai progressi della radiotecnica, attraverso l'uso di quello strumento davvero proteiforme che è la *lampada* (o *valvola*) *termoionica*. Raddrizzatrice di correnti alternate, produttrice di oscillazioni elettriche, amplificatrice delle più piccole variazioni di potenziale, essa si piega, nelle sue numerose forme, alle combinazioni più diverse, e permette di effettuare con sorprendente sicurezza e stabilità osservazioni e misure di incredibile delicatezza. Amplificatori a lampade di vario tipo, veri microscopi delle variazioni di potenziale, talvolta capaci di ingrandirle fino ad un milione di volte, servono oggi correntemente ai più diversi ricercatori, dai fisici, che con essi rivelano i debolissimi impulsi elettrici provocati da singole particelle atomiche, ai fisiologi che se ne servono per registrare le tenuissime correnti elettriche che, percorrendo i nervi viventi, portano, o accompagnano, lungo essi gli stimoli sensitivi e motori. Ora, se è vero che la lampada termoionica, inventata dai fisici, è stato uno dei più decisivi contributi dati dalla fisica al progresso della radiotecnica, è pur vero che essa non avrebbe certamente mai raggiunto l'attuale perfezione di funzionamento, varietà di tipi, mitezza di costo, se il suo vasto impiego tecnico nella radio non avesse permesso di concentrare sul suo studio e sulla sua fabbricazione in serie l'attività di migliaia di uomini, sorretta da formidabili mezzi finanziari.

Accanto a questi contributi indiretti, ma vasti, della radiotecnica al progresso della scienza pura, non vanno taciuti i casi in cui la scienza si avvantaggia delle radiocomunicazioni proprio come mezzo di trasmissione di segnali. Così l'astronomo ed il geodeta possono oggi, mediante la trasmissione radio di segnali orari, determinare le longitudini con una precisione e una comodità che erano asso-

lutamente chimeriche prima dell'invenzione della radio. E, in questi ultimi anni, i fisici che si occupano dei raggi cosmici hanno sviluppato una elegantissima tecnica che sfrutta direttamente le radiocomunicazioni. Per conoscere l'intensità dei raggi cosmici nella stratosfera, dove l'uomo non ha potuto fare sinora che limitate ed eccezionali incursioni, si invia in quelle alte regioni un palloncino libero, nella cui piccola navicella si trovano un apparecchio sensibile ai raggi cosmici, un altimetro, e una piccolissima stazione radiotrasmittente a onde corte. Il tutto non pesa che 4 o 5 chilogrammi. Ogni volta che l'apparecchio riceve un raggio cosmico, esso comanda automaticamente la piccola stazione radio, che trasmette un segnale, il quale viene ricevuto e registrato dall'osservatore in terra. Questi può così contare i raggi cosmici che colpiscono l'apparecchio vagante nel cielo. A regolari intervalli la stazioncina trasmittente, comandata dall'altimetro, trasmette automaticamente l'indicazione dell'altezza alla quale il pallone si trova.

Ma oltre a questi progressi strettamente tecnici, derivati dall'invenzione di Marconi, la fisica, e la scienza in genere, riconoscono dall'opera di Lui un'eredità di ordine più spirituale. L'aver visto una teoria apparentemente astratta come quella di Maxwell, e delle esperienze di laboratorio di carattere puramente scientifico come quelle di Hertz, di Righi, di Calzecchi-Onesti, dare vita, nel modo più inaspettato, a un'invenzione di così vaste ripercussioni sociali, di tanta utilità per la salvezza della vita umana, e infine di tanta bellezza da apparire ancora oggi un prodigio, è un'esperienza piena di insegnamenti, che, sia pure latenti, agiscono e agiranno sempre sull'animo degli uomini che vivono nella scienza e intorno alla scienza. Non mi par dubbio che i sentimenti diffusi nel pubblico da questa esperienza abbiano contribuito a quel sempre crescente apprezzamento della scienza pura che vi è stato in questo secolo da parte di governi, di industriali, di mecenati, poichè coloro che della scienza apprezzano soprattutto gli intendimenti pratici, hanno appreso, da questa e da altre consimili esperienze, quanta larghezza di vedute occorra per giudicare delle possibilità applicative di una ricerca scientifica.

Per gli scienziati e per i tecnici, la vita di Marconi è soprattutto insegnamento di ferrea fede nel successo, eccezionale capacità organizzativa e realizzatrice, prudenza nell'estrapolazione delle previsioni teoriche oltre i limiti consentiti, ragionevole fiducia nell'imprevedibile. Insegnamento, quest'ultimo, in verità arduo da seguire, poichè, se è fin troppo facile aver fiducia nell'inatteso, è proprio del genio averla solo quando è ragionevole.

Torino, R. Università.

E. PERSICO

ZEITBEWUSSTSEIN UND ZEITSCHEMA

I.

Die Entstehung des Zeitbewusstseins.

Jeder Versuch, die Entstehung des Zeitbewusstseins zu erklären, muss von der Tatsache ausgehen, dass alles bewusste Erleben *gegenwärtiges* Erleben ist. Dies gilt auch von den auf die Vergangenheit bezogenen Erlebnissen, den Erinnerungen. Das Problem des Zeitbewusstseins lässt sich daher in die Frage zusammenfassen: wie kommen wir dazu, einem Teil unserer Erlebnisse eine Beziehung auf die Vergangenheit zuzuschreiben? Eine Analyse einfachster Bewegungswahrnehmungen führt etwa zu folgendem Ergebnis: im Bewusstsein sind verschiedene Lagen eines Körpers simultan gegeben. Den Widerspruch, dass ein Körper verschiedene Lagen einnimmt, löst unser Bewusstsein, indem es (spontan) die verschiedenen Lagen als gegenwärtig oder vergangen aufeinanderfolgen lässt, wobei die abnehmende Frische und Eindrücklichkeit der Vorstellungen von den verschiedenen Lagen des Körpers die Zeitfolge bestimmen kann. Verallgemeinert führt diese Betrachtung zu der Anschauung, dass die Wahrnehmung einander widersprechender Merkmale an Identischem den Anstoss zur Bildung der zeitlichen Urbeziehung des Gegenwärtigen und Vergangenen gegeben haben mag.

Die Zeitlichkeit ist die allgemeinste Form aller unserer Erfahrungen; während die Räumlichkeit nur den auf die Aussenwelt bezüglichen Vorstellungen zukommt, ist die Zeitlichkeit, mit Kant zu sprechen, die Form des äusseren und des inneren Sinns; unsere Gedanken und Gefühle sind genau so zeitgebunden, wie die Vorstellung von irgendeiner Erscheinung der äusseren Natur.

Die elementarste Zeitbestimmung ist die des Gegenwärtigen. Alles bewusst Erlebte ist eben als Erlebtes ein Gegenwärtiges. Es ist ein Widerspruch, zu denken, dass etwas Vergangenes oder Zukünftiges erlebt werden könnte; denn ebendamit, dass wir es erleben, gehört es der Gegenwart an. Das Erlebte ist das Gegenwärtige. Dieser Satz gilt freilich nicht mehr uneingeschränkt, wenn wir nicht nur subjektive Erlebnisse, sondern auch objektive Ereignisse ins Auge fassen. Vergangene Ereignisse können wir unter Umständen erleben. Dies gilt vor allem von astronomischen Ereignissen, bei denen eine messbare Zeit vergeht, bis wir sie sehen. Wir beschränken uns aber in dieser Abhandlung auf die Betrachtung solcher Ereignisse, bei denen die Zeit zwischen ihrem Eintritt und ihrer Wahrnehmung in unserem Bewusstsein vernachlässigt werden kann. Unter dieser Voraussetzung können wir auch mit Bezug auf die Aussenwelt sagen: nur Gegenwärtiges kann unmittelbar erlebt werden.

Wenn wir unsere bewussten Erlebnisse innerhalb eines einheitlichen Bewusstseinsaktes analysieren und uns dabei auf die Vorstellungen beschränken, die auf die Aussenwelt bezogen sind, so können wir stets zwei Gruppen unterscheiden. Die eine Gruppe enthält keine unmittelbare Beziehung auf die Vergangenheit; sie beruht

auf unmittelbaren Eindrücken, welche der Aussenwelt entstammen; wir können sie mit Husserl als Ur-Impressionen bezeichnen. Die zweite Gruppe enthält die Beziehung auf die Vergangenheit. Diese Vorstellungen sind weniger eindrucksvoll, sie sind blässer als die Ur-Impressionen; wir können sie kurz als Erinnerungen bezeichnen. Wir müs sen uns aber bewusst bleiben, dass auch die Erinnerungen, insoferne sie zu dem Inhalt unseres Bewusstseins gehören, im strengsten Sinne des Wortes gegenwärtig sind.

Das Grundproblem, das sich für die Untersuchung des Zeitbewusstseins ergibt, ist nun die Frage: wie können gegenwärtige Vorstellungen (Erinnerungen) eine Beziehung auf die Vergangenheit aufweisen? Die Antwort, welche die neuere Philosophie (z. B. Lotze) vielfach gegeben hat, lautet: jeder im Bewusstsein gegebenen Vorstellung haftet ein Temporalzeichen an. Es fragt sich nun, auf welche Weise unseren Vorstellungen ein solches Temporalzeichen zukommen kann. Stammt es aus der Erfahrung, ist es rezeptiv gegeben, oder aber ist es von unserem Bewusstsein den Vorstellungen gleichsam spontan verliehen?

Es muss als ausgeschlossen gelten, dass die Temporalzeichen rezeptiv gegeben sein können. Denn in diesem Fall müssten ihnen offenbar irgendwelche Merkmale an den Gegenständen der Aussenwelt korrespondieren. Solche Merkmale sind aber nicht denkbar. Wenn ich sage: diese Blume blüht *blau*, so habe ich eine physikalisch begründete Vorstellung davon, welches Merkmal in der Aussenweltsrealität Blume der Farbe blau etwa entsprechen mag. Hingegen ist es unmöglich, ein entsprechendes Merkmal an der Aussenweltsrealität zu entdecken, das etwa der zeitlichen Bestimmtheit entsprechen würde, die in dem Satz ausgesprochen ist: diese Blume blüht *jetzt*. Man hat versucht, die Temporalzeichen auf physiologischem Weg zu deuten. Nehmen wir an, dass von irgendeinem Gegenstand der Aussenwelt in unserem Bewusstsein eine Vorstellung entsteht, so wird dieser Vorstellung zweifellos eine Hirndisposition entsprechen. Diese Hirndisposition wird sich im Lauf der Zeit vielleicht ändern. Der frisch erzeugten Hirndisposition könnte im Bewusstsein die gegenwärtige Vorstellung entsprechen, der im Lauf der Zeit geänderten Hirndisposition könnte die mit dem Temporalzeichen « vergangen » behaftete Vorstellung korrespondieren. Allein wie immer sich auch eine Hirndisposition im Laufe der Zeit ändern mag: in dem Moment, wo sie zu einer Vorstellung Anlass gibt, ist auch die geänderte Hirndisposition und die ihr entsprechende Vorstellung für das Bewusstsein etwas Gegenwärtiges, jetzt Erlebtes; wenn sie das Temporalzeichen « vergangen » aufweist, kann dieses durch die Aenderung einer Hirndisposition nicht erklärt werden. Wenn unseren Vorstellungen Temporalzeichen anhaften, so müssen sie also auf einer spontanen Setzung unseres Bewusstseins beruken. Was veranlasst das Be-

wusstsein, einer Vorstellung das Temporalzeichen « vergangen » zu geben?

Wir wollen zur Behandlung dieses Problems einen Vorgang analysieren, dessen Wahrnehmung stets ein zeitliches Moment enthält: den Vorgang einer beliebigen Ortsbewegung eines Körpers K, der sich von einem Ort B nach einem Ort A bewegt. Die Feststellung dieser Ortsbewegung enthält das Urteil: der Körper, der jetzt gegenwärtig in A ist, war früher an einem Ort B; die Begriffe Jetzt und Früher sind zeitliche Bestimmungen, ohne welche ein Bewegungsvorgang schlechterdings unvorstellbar ist. Die Bewegungswahrnehmung schliesst nun scheinbar die Wahrnehmung des Körpers an einem gegenwärtigen und an einem früheren Ort in sich. Es scheint also, als ob wir im Widerspruch zu dem anfangs aufgestellten Axiom, dass wir nur Gegenwärtiges erleben können, bei der Wahrnehmung einer Bewegung doch etwas Vergangenes erleben, nämlich den früheren Ort des bewegten Körpers. Ganz allgemein können wir zwei Arten von Bewegungen unterscheiden: die erschlossenen und die wirklich wahrgenommenen Bewegungen. In beiden Fällen haben wir eine Ur-Impression, nämlich die Wahrnehmung des Körpers an dem Endpunkt seiner von uns jeweils beobachteten Bahn. Im ersten Fall tritt zu dieser Ur-Impression eine Erinnerung an ein vergangenes Erlebnis. Wenn wir z. B. um 11 Uhr auf die Uhr schauen, und etwa eine halbe Stunde später wieder die Uhr betrachten, so ist die Ur-Impression die Wahrnehmung der Zeigerstellung ½ 12 Uhr. Wir schliessen dann: der grosse Zeiger hat sich auf dem Zifferblatt von der Stelle mit der Marke XII zu der Stelle mit der Marke VI bewegt. Die Stellung des grossen Zeigers über der Marke XII des Zifferblattes ist uns dabei nur in Form einer Erinnerung ohne anschauliche Reproduktion der vergangenen Wahrnehmung gegeben. Aus der Assoziation der Wahrnehmung der Zeigerstellung VI, die der Gegenwart angehört, und der Erinnerung an die Wahrnehmung der Zeigerstellung XII, die ebenfalls der Gegenwart angehört, aber die Beziehung auf die Vergangenheit enthält, *schliessen* wir auf die stattgehabte Bewegung.

Wesentlich verschieden davon ist die zweite Gruppe von Bewegungswahrnehmungen. Hier assoziieren sich mit der Ur-Impression die *anschaulich* gegebenen Vorstellungen früherer Lagen des bewegten Körpers. Unser Bewusstsein umspannt gewissermassen verschiedene aufeinanderfolgende Lagen des bewegten Körpers; wir sehen also nicht bloss die unmittelbar gegenwärtige Lage des Körpers, die uns die Ur-Impression vermittelt, sondern wir sehen, scheinbar wenigstens, frühere Lagen des bewegten Körpers, wir erleben also im Wahrnehmungsakt eines sich bewegenden Körpers nicht nur

das gegenwärtige Stadium, sondern auch vergangene Stadien seiner Bewegung, im Widerspruch mit unserem Axiom, wonach wir nur Gegenwärtiges erleben können.

Allein es fragt sich, ob diese Auffassung des Wahrnehmungsaktes richtig ist. Die im Vorhergehenden gegebene Deutung der wahrnehmbaren Bewegungen nimmt an, dass in einem Bewusstseinsakt gleichzeitig eine gegenwärtige und eine Anzahl früherer Lagen des bewegten Körpers unmittelbar wahrgenommen und erlebt werden. Man kann diese Auffassung etwa damit begründen, dass man annimmt, der Wahrnehmungsakt brauche einen Zeitraum, der so gross ist, dass währenddessen der bewegte Körper seine Lage ändert. In diesem Fall würde ein einheitlicher Bewusstseinsakt die gegenwärtige und eine Reihe vergangener Lagen des bewegten Körpers in sich schliessen.

Es gibt aber auch eine andere Möglichkeit, den Wahrnehmungsvorgang eines sich bewegenden Körpers zu deuten. Darnach wäre die Wahrnehmung eines sich bewegenden Körpers nicht ein zeitlich ausgedehnter Akt, der aus einer Reihe aufeinanderfolgender Wahrnehmungen der vergangenen Lagen und der gegenwärtigen Lage des bewegten Körpers besteht, sondern ein Akt der Verschmelzung einer Ur-Impression mit einer Anzahl *streng simultaner* Erinnerungsbilder. Die Wahrnehmung der früheren Lagen des bewegten Körpers würde also nicht bedeuten, dass wir diese früheren Lagen in derselben Weise unmittelbar sehen, wie wir die gegenwärtige Lage sehen, sondern die Ur-Impression, welche uns die gegenwärtige Lage vermittelt, würde mit Erinnerungsbildern zusammengeschlossen werden, die ebenfalls der unmittelbaren Gegenwart angehören. Dass diese letztere Anschauung die richtige ist, beweist ein schon lange bekannter Versuch. Eine Scheibe, die mit farbigen Streifen überklebt ist, wird in schnelle Rotation gebracht. Wenn die Streifen Regenbogenfarben tragen, so wird bei schneller Rotation die Wahrnehmung eines einförmigen grauen Streifens erzeugt. Rotiert die Scheibe im Dunkeln, und wird sie von einem Lichtblitz erleuchtet, dem sofort wieder Dunkelheit folgt, so erscheint die Scheibe ruhend, die Regenbogenfarben sind einzeln wahrnehmbar und erscheinem nicht mehr als einförmiges Grau. Daraus geht hervor, dass auch bei schneller Bewegung unser Bewusstsein sehr wohl imstande ist, eine bestimmte Lage eines bewegten Körpers gleichsam herauszugreifen und festzuhalten, so dass unter Umständen der Anschein eines ruhenden Gegenstandes entsteht. Die Verschmelzung der Vorstellung von den verschiedenen Lagen zu dem Bild des rotierenden Körpers und vor allem die Verschmelzung der Regenbogenfarben zu dem einförmigen Grau weist unzweifelhaft darauf hin, dass unsere Wahrnehmung eines bewegten Körpers nicht einen Komplex zeitlich getrennter Akte, nämlich die Wahrneh-

mung der gegenwärtigen und die Wahrnehmung vorangegangener Lagen des betreffenden Körpers darstellt, sondern dass in einem einheitlichen Wahrnehmungsakt die Ur-Impression der gegenwärtigen Lage des Körpers mit den anschaulich gegebenen Erinnerungen an die früheren Lagen verschmilzt. Diese Erinnerungsbilder sind aber mit der Ur-Impression streng gleichzeitig. Würden wir in der Wahrnehmung eines sich bewegenden Körpers wirklich die objektiv früheren Lagen des Körpers sehen, so wäre es schwer begreiflich, wie es bei dem oben erwähnten Experiment zu einer Verschmelzung der Regenbogenfarben kommen könnte, da ja doch eine Verschmelzung der Farben bei der objektiven Bewegung des Körpers in der Wirklichkeit sicher nicht stattfindet. Hingegen ist dieses Phänomen ohne weiteres verständlich, wenn wir die Bewegungswahrnehmung als eine Zusammenfassung der Ur-Impression mit gleichzeitigen Erinnerungsbildern in einem simultanen Bewusstseinsakt auffassen.

Ist diese Deutung richtig, so würden wir also bei den beiden Gruppen von Bewegungswahrnehmungen, die wir eben unterschieden haben, nur Gegenwärtiges erleben. Bei der ersten Gruppe von Bewegungen, wo die Ur-Impression mit einer nur gedachten, gar nicht anschaulich reproduzierten Erinnerung verschmilzt, wo also die Bewegung nur erschlossen wird, ist diese Behauptung wohl von selbst einleuchtend. Bei der zweiten Gruppe von Bewegungen, wo wir eine unmittelbare Wahrnehmung eines sich bewegenden Körpers haben, würde es sich also ebenfalls um die Verschmelzung von gegenwärtigen Erinnerungen mit einer Ur-Impression handeln. Der Unterschied bestünde aber darin, dass bei dieser zweiten Gruppe von Bewegungswahrnehmungen die Wahrnehmungen der vergangenen Lagen des bewegten Körpers nicht bloss gedanklich, sondern anschaulich in der Erinnerung festgehalten werden. Offenbar ist dies nur dann möglich, wenn die Wahrnehmungen der früheren Lagen des sich bewegenden Körpers der Ur-Impression zeitlich sehr nahe sind, und wenn diese Wahrnehmungen kontinuierlich aufeinanderfolgen konnten. Wird die Reihe der Wahrnehmungen etwa durch den Eintritt einer plötzlichen, wenn auch nur ganz kurz dauernden Dunkelheit unterbrochen, so wird das Bild der kontinuierlichen Bewegung sofort zerstört.

Wenn wir nun annehmen, dass die Bewegungswahrnehmung den Anstoss zur Entstehung des Zeitbewusstseins gegeben hat, wenn wir also die Wahrnehmung von Bewegungen als das dem Zeitbewusstsein gegenüber Primäre auffassen, so müssen wir aus der Bewegungswahrnehmung in Gedanken das Moment der zeitlichen Aufeinanderfolge der verschiedenen Lagen des Körpers im Raum ausschalten. Tun wir das, so bleibt als Inhalt der zeitlosen « Bewegungswahrnehmung » übrig: ein und derselbe Körper befindet sich an verschiedenen Orten. Dieser Befund ist aber zweifellos schon

mit dem primitivsten Denken unvereinbar. Die Erfüllung eines bestimmten begrenzten Raums kann sicher als eines der ursprünglichsten Merkmale angesehen werden, welches das menschliche Denken mit der Vorstellung eines Körpers verbindet. Wenn nun ein und derselbe Körper bei der Bewegungswahrnehmung verschiedene Räume einnimmt, die grösser sind als die Ausdehnung des Körpers in der Ruhelage, so ist ein solcher Befund sicherlich auch mit der primitivsten Vorstellung von einem Körper unverträglich. Da nun aber die Wahrnehmung der Bewegungsvorgänge in der Natur diesen Sachverhalt unaufhörlich aufweist, so ist es denk bar, dass unter dem Eindruck der Bewegungswahrnehmung die zeitlichen Urbeziehungen der Aufeinanderfolge, die Prädikate Jetzt und Früher, sich gebildet haben und auf die bei der Bewegungswahrnehmung erscheinenden verschiedenen Lagen des bewegten Körpers übertragen worden sind. Die Ur-Impression würde dann infolge ihrer grösseren Frische und Ursprünglichkeit zu der Vorstellung von der gegenwärtigen Lage des Körpers (d. h. dem Endpunkt seiner beobachteten Bahn) führen, während die anderen im Bilde der Bewegung auftretenden Lagen des Körpers die Vorstellung von den zeitlich vorangehenden Lagen bewirken würden, wobei die abnehmende Frische der Bilder von den einzelnen Lagen einen Massstab für die grössere oder geringere zeitliche Entfernung von der Gegenwart abgeben würde.

Diese Betrachtung der Bewegungsvorgänge und ihrer Beziehung zun Zeitbewusstsein lässt sich nun auf alle denkbaren Naturvorgänge ausdehnen. Die Ortsbewegung ist offenbar die einfachste und häufigste Form der Aenderungen, die wir an Naturobjekten beobachten können. Die Naturbeobachtung liefert uns aber noch eine Reihe weiterer Aenderungen, die sich uns nicht unmittelbar als Bewegungen zu erkennen geben, so z. B. Aenderungen der Farbe, der Gestalt, der Temperatur der Gegenstände. Auch Vorgänge können sich ändern, so z. B. kann eine Bewegung ihre Geschwindigkeit ändern. Aber so mannigfaltig auch die Aenderungen in der Natur sind, die wir beobachten können: immer vollziehen sie sich an etwas Beharrendem oder Gleichbleibendem. Eine Aenderung ohne irgendein beharrendes Substrat, also z. B. das Entstehen eines Gegenstandes aus dem Nichts, oder ein Vergehen eines Gegenstandes ins Nichts, ist im Grunde undenkbar; auch wo ein Verschwinden von Materie scheinbar auftritt, wie z. B. beim Verbrennungsprozess, ergibt eine streng wissenschaftliche Betrachtung, dass wir es doch nicht mit einem tatsächlichen Verschwinden, sondern nur mit veränderten Kombinationen und Gruppierungen beharrender Substanzen zu tun haben. Schalten wir bei einer beliebigen uns wahrnehmbaren Aenderung in der Natur in Gedanken das zeitliche Moment aus, so kommen wir genau so wie bei der Bewegung auf die

Feststellung einander widersprechender Merkmale an einem identischen Objekt. Bei der Bewegung ist das Identische der bewegte Gegenstand; das Verschiedene, das wir an ihm feststellen, sind seine räumlichen Lagen. Den Widerspruch, der in der Vorstellung einander widersprechender Merkmale an einem Identischen liegt, löst unser Bewusstsein im Fall der Bewegung, indem es sich gleichsam in die Zeitlichkeit flüchtet: der Körper (das Identische) nimmt die verschiedenen Lagen *nacheinander* ein. Genau dasselbe gilt für jede beliebige andere Verschiedenheit, die wir an einem Identischen (Gegenstand oder Vorgang) auftreten sehen. Wir können also schliessen: die Wahrnehmung von unvereinbaren Merkmalen am Identischen ist es, die den Anstoss zur Ausbildung der zeitlichen Urbeziehung, der Aufeinanderfolge, des Jetzt und des Früher, gegeben haben mag. Wenn unseren Vorstellungen wirklich Temporalzeichen anhaften, so beruhen sie zweifellos auf einer spontanen Tätigkeit unseres Bewusstseins.

Mit den vorangehenden Ausführungen soll durchaus nicht gesagt werden, dass die zeitlichen Urbeziehungen auf die Wahrnehmung unvereinbarer Merkmale an Identischem etwa zurückgeführt werden können; die Zeitlichkeit ist vielmehr eine irreduzible Setzung unseres Bewusstseins, also, mit Kant zu reden, eine apriorische Funktion des erkennenden Subjekts. Psychogenetisch mag sie aber unter dem Eindruck der Wahrnehmung miteinander unvereinbarer Merkmale an Identischem entstanden sein; derartige Erfahrungen mögen den Anstoss zur Bildung der zeitlichen Beziehungen gegeben haben.

Der Einwand liegt nahe, dass die zeitlichen Urbeziehungen der Aufeinanderfolge sicher schon auf sehr frühen Entwicklungsstadien des menschlichen Erkennens aufgetreten sind. Es ist nun schwer vorstellbar, dass auf einer primitiven Stufe des menschlichen Erkennens der Begriff der Unvereinbarkeit von Merkmalen an einem identischen Objekt klar ausgebildet worden wäre, und dass das menschliche Denken auf Grund dieses Begriffs nun gleichsam den Sprung ins Zeitliche gemacht haben sollte.

Gewiss dürfen wir uns diesen Vorgang nicht als ein bewusstes Urteils- und Schlussverfahren vorstellen. Aber ebenso wie die vielleicht primitivste Form des menschlichen Erkennens, die Wahrnehmung eines Gegenstandes der Aussenwelt, unzweifelhaft auf einer äusserst verwickelten Reihe von unbewussten Prozessen einer assoziierenden, vergleichenden, trennenden und zusammenfassenden Synthese beruht, so werden wir auch die Entstehung des Zeitbewusstseins solchen unbewussten Prozessen (E. von Hartmann nennt sie Intellektualfunktionen) zuzuschreiben haben, die wir in der Form, wie es oben geschehen ist, gleichsam auf die Stufe des bewussten Denkens zu erheben versucht haben. Ist die zeitliche Urbeziehung der Aufeinanderfolge von Ereignissen, also insbesondere die Vor-

stellung von vergangenen Erlebnissen im Unterschied von dem jetzt oder gegenwärtig Erlebten gegeben, so lassen sich die anderen zeitlichen Beziehungen verhältnismässig einfach ableiten. So oft wir eine gegenwärtige Erinnerung auf ein vergangenes Erlebnis beziehen, schieben wir in Gedanken einen Zeitraum zwischen dem jetzt Erlebten und dem in der Vergangenheit Erlebten ein: damit haben wir den Begriff der Dauer gewonnen. Der Begriff der Gleichzeitigkeit ist gegenüber dem der Aufeinanderfolge offenbar nichts Neues, sondern einfach der Spezialfall der Aufeinanderfolge zweier Erlebnisse, bei denen der zeitliche Abstand Null wird. Der Begriff der Zukunft ist ebenfalls sehr einfach abzuleiten: aus der Erfahrung, dass jedes auf Urimpression beruhende gegenwärtige Erlebnis zu einem vergangenen wird und von einer anderen Urimpression verdrängt wird, ziehen wir den Schluss, dass auch das gegenwärtig Erlebte von etwas anderem verdrängt werden wird, und dieses erwartete « Andere » nennen wir eben zukünftig. Eine reine Abstraktion ist dann endlich der Begriff der leeren oder absoluten Zeit; dieser Begriff ist, wenn wir von allen Erlebnissen abstrahieren, gänzlich inhaltslos und sinnlos, alle zeitlichen Begriffe erhalten ihren Sinn erst durch ihre Verbindung mit Erlebnissen bzw. erlebenden Subjekten; « gegenwärtig » oder « vergangen » an sich, ohne etwas, das gegenwärtig oder vergangen wäre, ist genau so sinnlos, wie etwa « rechts » oder « links » an sich ohne Beziehung auf einen Gegenstand oder Körper im Raum, relativ zu dem irgend etwas rechts oder links sein kann.

Wenn in den vorangehenden Ausführungen der Standpunkt eingenommen worden ist, dass die zeitlichen Beziehungen unserer Erlebnisse, vor allem die Urbeziehung ihrer Aufeinanderfolge, auf einer spontanen (apriorischen) Setzung unseres Bewusstseins beruhen, so soll damit keineswegs gesagt sein, dass der zeitlichen Beziehung unserer subjektiven Erlebnisse nicht eine zeitliche Beziehung der ihnen korrespondierenden transsubjektiven Ereignisse entsprechen könnte. Eine nähere Untersuchung dieser Frage fällt nicht in den Rahmen dieser Abhandlung. Es soll nur abschliessend darauf hingewiesen werden, dass die Bewegung, die in unserer Naturbetrachtung eine beherrschende Rolle spielt, ohne das zeitliche Moment völlig undenkbar ist. Wenn unsere Naturerkenntnis in irgendeinem Grad ein Spiegelbild der transsubjektiven Natur ist, so muss die Zeitlichkeit irgendwie auch den Ereignissen in der Natur zukommen.

Graz, Universität.

K. SAPPER

CHE COS'È UNA STELLA NUOVA

Si delinea brevemente il quadro dell'esplosione di una stella nuova, quale si ricava da una interpretazione immediata dei fenomeni fotometrici e spettroscopici. Riassunti i fatti essenziali, si cerca di mostrare come di essi possa rendere conto in modo abbastanza soddisfacente la teoria che fa consistere l'esplosione nel passaggio (collasso) di una stella da una configurazione normale ad una configurazione ad altissima densità (nana bianca).

L'esplosione recente di alcune stelle nuove, ben visibile ad occhio nudo, ha richiamato in questi ultimi tempi l'attenzione generale su questo interessantissimo fenomeno. Perciò, benchè tale argomento sia stato già trattato da altri su questa Rivista, mi sento giustificato nello scriverne ancora su queste pagine.

Le osservazioni mostrano che la storia di una stella nuova può dividersi in 4 periodi.

1. *Periodo precedente l'esplosione.* — Molte stelle nuove sono state rintracciate come stelle assai deboli su fotografie celesti prese molti anni prima della loro esplosione. Spesso è stato possibile constatare durante questo periodo delle piccole e irregolari variazioni dello splendore, ma all'infuori di questo fatto nulla distingue la futura stella nuova da un'altra stella qualunque.

2. *Prima fase dell'esplosione.* — Improvvisamente e spesso con una rapidità impressionante lo splendore della stella aumenta enormemente. Si conoscono casi in cui lo splendore è divenuto 10.000 volte maggiore in due giorni! È durante questo periodo che generalmente la stella viene scoperta, spesso da più osservatori indipendentemente.

Le variazioni dello spettro che si verificano durante questo periodo sono mal conosciute, ma tuttavia mostrano che l'aumento di splendore è dovuto ad una improvvisa dilatazione della superficie irradiante (*fotosfera*), per cui il diametro della stella diviene improvvisamente 200 o 300 volte più grande del suo valore primitivo. Si tratta quindi di una vera e propria esplosione dell'astro; bisogna però tener presente che, per ora, non si può dire se questa esplosione interessi tutta quanta la stella oppure solo gli strati superficiali. In realtà noi osserviamo soltanto l'espansione di questi ultimi, ma non possiamo sapere che cosa si sta svolgendo sotto di essi.

3. *Seconda fase dell'esplosione.* — Dopo raggiunto un certo splendore massimo, la luminosità della stella declina più o meno rapidamente, con oscillazioni secondarie che differiscono alquanto da stella a stella. Questo è il periodo meglio conosciuto e studiato della storia di una stella nuova. In generale si può dire che dopo

una decina di anni dall'inizio dell'esplosione la stella ritorna allo splendore primitivo.

Durante questo periodo la stella attraversa una successione abbastanza tipica di aspetti spettroscopici, la cui interpretazione è ora abbastanza chiara, almeno nelle sue linee generali. Il materiale che formava la fotosfera della stella continua la sua espansione con una velocità che si può misurare mediante lo spettrografo e ci dà un'idea della violenza dell'esplosione. Velocità di espansione di 2000 km/sec. non sono affatto rare e si danno dei casi in cui i gas che formavano la fotosfera della stella furono proiettati nello spazio con velocità di più di 3500 km/sec.

La diminuzione dello splendore è accompagnata durante questa fase da un aumento della temperatura. Bisogna quindi ammettere che il diametro degli strati fotosferici vada diminuendo e anzi finisca col diventare qualche decina di volte inferiore a quello iniziale. Ciò mostra che durante l'esplosione solo gli strati più esterni della stella hanno subito l'espansione; il materiale restante, invece, ha subito un *collasso* ed è precipitato verso il centro della stella. Man mano che l'espansione degli strati più esterni procede, l'ufficio di fotosfera passa a materiale di strati sempre più profondi, ciò che spiega la progressiva apparente diminuzione del diametro della stella.

Così, dopo un certo tempo, la stella nuova si presenta sotto l'aspetto tipico seguente; un nucleo centrale a temperatura molto elevata che dà origine ad uno spettro praticamente continuo (cioè senza righe di assorbimento nè di emissione) circondato da un inviluppo assai tenue, nel quale si formano le righe di emissione caratteristiche dei gas a bassissima densità. L'insieme è quindi assai simile ad una nebulosa planetaria e non solo lo spettro mostra con somma evidenza questa somiglianza, ma in qualche caso ci fu dato addirittura di osservare la nebulosa stessa.

4. *Fase finale.* — Ma il sistema così formato non può durare a lungo perchè i gas dell'inviluppo sono sempre animati da un rapido moto di espansione, per cui finiscono per disperdersi abbastanza presto nello spazio. Lo stato finale è dunque, per quel che si può osservare, e salvo qualche eccezione, quello di una stella ad elevatissima temperatura, senza inviluppo gassoso o con un inviluppo relativamente poco esteso. Naturalmente non è detto che non possano intervenire in seguito altri cambiamenti, ma le osservazioni per ora si fermano qui.

È fuori di dubbio che in quest'ultimo periodo la stella ha un diametro che è appena una piccola parte di quello che aveva prima dell'esplosione. Siccome d'altra parte la massa dei materiali proiettati nello spazio è certamente una piccolissima frazione della massa totale della stella, se ne deve concludere che la densità finale della stella è quasi una decina di migliaia di volte maggiore di quella ini-

ziale. È quindi assai plausibile l'affermare che nella sua fase finale una stella nuova possiede una densità paragonabile a quella delle stelle più dense che si conoscano: le nane bianche.

Al momento del massimo le stelle nuove sono gli oggetti intrinsecamente più luminosi che si conoscano: più di 10.000 volte più del sole e da 10 a 100 volte più delle supergiganti, che pure sono, fra le stelle normali, le più luminose. Vi sono però delle stelle nuove eccezionali, le Supernovae, che sono ancora un migliaio di volte più luminose delle nuove comuni e raggiungono una frazione considerevole dello splendore complessivo di tutta la Via Lattea. Comunque anche considerando solo le stelle nuove comuni, la quantità di energia irradiata durante l'esplosione è grandissima e sarebbe sufficiente per mantenere la radiazione solare per qualche migliaio di anni.

Riassumendo, i fatti che si possono dedurre dall'osservazione delle stelle nuove sono i seguenti:

1. Salvo una certa variabilità, prima dell'esplosione le stelle nuove sono stelle apparentemente normali e verosimilmente hanno masse e densità non molto diverse da quelle del sole.

2. L'esplosione consiste nella subitanea liberazione di una quantità enorme di energia, sulla cui origine dobbiamo per ora limitarci a semplici congetture.

3. Lo stato finale è quello di una stella a grandissima densità; perciò la maggior parte del materiale stellare ha dovuto subire un collasso, precipitando verso il centro della stella.

Un quarto elemento da tener presente è l'elevatissima frequenza delle stelle nuove. Nella nebulosa di Andromeda, che è un sistema stellare analogo al nostro, si verificano circa 35 esplosioni di stelle nuove all'anno. Nel nostro stesso sistema stellare, solo nei primi 37 anni di questo secolo, 6 stelle nuove al loro massimo splendore sono apparse brillanti come stelle di seconda grandezza. Forse questo numero è anormalmente grande, ma certamente in un secolo dovrebbero apparire almeno 15 stelle nuove di seconda grandezza.

Ora perchè una stella nuova raggiunga tale splendore apparente, occorre che essa si trovi ad una distanza minore di 2100 anni-luce. D'altra parte dagli studi statistici sul sistema stellare si sa che non vi sono più di 100.000.000 di stelle entro questa distanza. Se allora si ammette che ogni stella abbia la stessa probabilità di esplodere come stella nuova, si vede che ogni stella dovrebbe subire un'esplosione in media circa una volta ogni miliardo di anni. Naturalmente questa cifra ha un'importanza assai relativa, poichè non è detto che tutte le stelle debbano esplodere come stelle nuove, ma serve ugualmente ad illustrare la grande importanza cosmica del fenomeno, quando si pensi che generalmente si attribuisce ad una stella una vita molto più lunga.

Questa elevata frequenza porta automaticamente ad escludere la possibilità più volte prospettata che l'esplosione di una stella nuova possa essere causata dall'urto di due stelle, poichè la probabilità di tale avvenimento è estremamente piccola. Quale può essere dunque l'origine dell'enorme quantità di energia liberata durante l'esplosione?

Senza andare a cercare lontano, ed inventare ipotesi particolari, corrisponde ad un sano criterio di economia l'esaminare se le osservazioni stesse non ci forniscano una risposta alla domanda. Effettivamente tale risposta c'è ed è fondata sul fatto indiscutibile che un materiale così compatto, come quello che costituisce ciò che rimane della stella nuova dopo l'esplosione, possiede una energia potenziale gravitazionale molto più piccola di quella che lo stesso materiale dovrebbe possedere, se diffuso in modo da occupare un volume molto maggiore, come quello della stella nuova prima dell'esplosione.

La differenza tra le energie delle due configurazioni può essere dunque l'energia irradiata dalla stella durante l'esplosione? Per rispondere a questa domanda occorre conoscere con una certa approssimazione la quantità di energia potenziale gravitazionale racchiusa in una stella e la risposta deve quindi venirci dalla teoria della costituzione interna delle stelle.

Ora la teoria della costituzione interna delle stelle ha mostrato che esistono due unici tipi di configurazioni che il materiale stellare può assumere. Nel primo tipo di configurazione, che si fa corrispondere alle stelle normali (giganti o nane) il materiale è interamente gassoso e segue il solito comportamento dei gas perfetti. Nel secondo tipo di configurazione, che si fa corrispondere agli astri molto densi, il materiale è sì gassoso, ma (salvo una sottile corteccia superficiale) segue il comportamento dei gas degeneri, secondo le leggi previste dalle statistiche di Fermi e di Bose.

Nel primo caso si sa che tra massa e splendore di una stella deve sussistere una relazione, per cui ad ogni valore della massa deve corrispondere uno splendore determinato (o almeno variabile entro limiti assai ristretti, in ragione della particolare composizione chimica del materiale).

Cosa dovrebbe succedere se ora, per una qualunque ragione, p. es. per un esaurimento parziale della sorgente interna di energia, lo splendore di una stella divenisse ad un certo momento troppo debole? La teoria risponde che il materiale stellare dovrebbe cadere verso il centro provocando un collasso della stella, la quale passerebbe da una configurazione del primo tipo ad una configurazione del secondo tipo. Durante questo collasso viene liberata una quantità enorme di energia: quella corrispondente alla differenza delle energie gravitazionali relative alle due configurazioni.

Secondo la teoria il fenomeno di una stella nuova corrisponde

precisamente al cataclisma stellare provocato dal passaggio dall'una all'altra configurazione e non si può negare che il quadro di una stella nuova, quale ci viene dall'osservazione, corrisponde abbastanza bene a quello teorico, almeno nelle sue linee generali. La quantità di energia messa in libertà sarebbe, secondo la teoria, molto maggiore di quella irradiata durante l'esplosione di una stella nuova, ciò che fa pensare che una parte di tale energia (anzi la maggior parte) acquisti una forma diversa da quella di energia raggiante.

È questa dunque la vera spiegazione del fenomeno delle stelle nuove?

Se mi è permesso di usare un paragone, di fronte a questo singolare fenomeno, noi ci troviamo presso a poco come uno che volesse dall'esame della traiettoria di un proiettile determinare il tipo dell'arma che lo ha lanciato, senza avere la minima idea dell'esistenza di armi da fuoco. Indubbiamente si potrà riuscire a scartare un certo numero di possibilità e a prospettarne delle altre più o meno plausibili, ma dubito assai che si possa riuscire ad inventare in questo modo un cannone, se non se ne è mai visto uno. Perciò preferisco lasciare l'ultima domanda, almeno per ora, senza risposta.

Merate, R. Osservatorio Astronomico.

LIVIO GRATTON

MODERNE IDEE SULLE FORZE NUCLEARI

In questo articolo si mostra come il problema fondamentale della struttura e della stabilità nucleare sia il problema delle forze agenti fra i costituenti nucleari: protoni e neutroni e probabile nuova particella. Per inquadrare nelle manifestazioni precedenti la trasformazione radioattiva con emissione di particelle leggere (elettroni o positroni) il Fermi ha elaborato una teoria che modifica in maniera profonda il concetto di forza agente fra particelle pesanti. Questa teoria pur con le sue attuali manchevolezze si presenta estremamente suggestiva, e permette di riavvicinare le manifestazioni nucleari allo stesso ordine di idee che attualmente prevale nella interpretazione dei fenomeni elettromagnetiei.

L'attenzione generale nella ricerca fisica è ora volta sia da parte dei teorici che degli sperimentatori al campo della Fisica nucleare. Questa branca ai primordi della sua nascita, dovuta a Becquerel, Curie e principalmente a Lord Rutherford, ha avuta un'importanza grandissima; in effetti in base ad essa è stato possibile stabilire le linee generali della struttura dell'atomo, essa ha perduto relativamente interesse nel periodo aureo della Fisica atomica, durante il quale si è avuto la formulazione della meccanica quantistica, ma ha ora riacquistata la sua grande importanza, e la ricerca ha abbandonato il campo ormai sfruttato delle trasformazioni radioattive naturali, ed il metodo d'attacco dei nuovi problemi, metodo che si è manifestato molto più redditizio, è quello di produrre artificialmente modificazioni nell'edificio nucleare. Gli agenti capaci di agire con efficacia su questo edificio, per prima usati da Lord Rutherford, sono state le particelle alfa emesse dalle stesse sostanze radioattive; ora però la tecnica moderna permette di produrre con relativa facilità differenze di potenziale dell'ordine di milioni di volta, e quindi sono diventate molto efficaci per la disintegrazione artificiale particelle cariche accelerate artificialmente, e cioè protoni e deutoni.

Ma agente molto più utile per le indagini si è manifestata la nuova particella costituente fondamentale della materia e cioè il neutrone, perchè questa particella per la mancanza di carica non risente della repulsione coulombiana, e quindi molto più facilmente può avvicinarsi al nucleo ed entrare in interazione con esso. Sia i neutroni veloci sia i neutroni di velocità molto più bassa, e cioè dell'ordine delle velocità termiche a temperature ordinarie, hanno contribuito in maniera molto efficace al moderno sviluppo della Fisica nucleare, producendo moltissimi nuclei instabili prima sconosciuti, e creando persino elementi radioattivi di numero atomico superiore a 92, e cioè elementi instabili situati al di là del limite estremo del sistema periodico.

Bisogna infine ricordare che nelle reazioni nucleari in alcuni casi sono stati impiegati con successo anche i quanti di luce.

Le più importanti modificazioni nell'edificio nucleare si hanno però per opera dei raggi cosmici; questi producono trasformazioni grandiose, che recentemente con mezzi opportuni sono state poste brillantemente in evidenza. Però non si può ancora dominare completamente tutta questa fenomenologia, perchè non siamo ancora in grado di conoscere in modo definitivo la natura dei raggi cosmici, e quindi studiare singolarmente l'effetto dei vari componenti di questa complessa manifestazione.

Come già si è accennato, la modificazione che molto spesso si produce nell'edificio nucleare sotto l'azione di queste varie cause è la creazione di un nucleo radioattivo instabile che si trasforma in un'altra specie atomica, oppure in altro isotopo. Queste trasformazioni avvengono con l'emissione di particelle pesanti (particelle alfa, protoni, o anche neutroni), di particelle leggere (elettroni positivi e negativi), e di quanti di luce.

Per la sistemazione dell'estesissima fenomenologia che si è venuta mettendo in luce, il primo problema che si pone è l'interpretazione della esistenza dei vari edifici nucleari; in questi, basandosi su di una serie di considerazioni semplici e convincenti, può affermarsi con sicurezza che non esistono elettroni, e quindi la carica elettrica totale del nucleo è portata solo da protoni, e la massa totale è la somma di quella dei protoni e dei neutroni, a meno una piccola frazione (*difetto di massa*) che in base all'identità fra massa ed energia, affermata dalla teoria di relatività, rappresenta l'energia spesa nella formazione del nucleo. Fra i protoni esiste evidentemente la repulsione coulombiana, e d'altra parte i nuclei, in base ai difetti di massa, dimostrano una notevole energia di legame fra le varie particelle; il primo problema che si pone in Fisica nucleare è dunque quello della ricerca di forze di nuovo tipo che permettono appunto la stabilità dell'edificio.

Bisogna ammettere in primo luogo forze agenti fra neutroni e protoni, ma per spiegare in maniera semplice una complessa serie di manifestazioni si è portati ancora alla conclusione che vi sia una forza attrattiva anche fra le particelle dello stesso nome. È molto importante il risultato sperimentale ottenuto da ricerche moderne, condotte direttamente su protoni, le quali hanno effettivamente dimostrato l'esistenza di queste forze attrattive. Ora fra i vari problemi della Fisica nucleare, il problema della natura delle forze agenti fra le particelle pesanti è allo stato attuale d'importanza fondamentale, e l'interpretazione che le varie teorie propongono per queste forze è connessa con una modifica profonda delle concezioni finora avute sulle particelle elementari, e sui rapporti fra queste e la radiazione.

In questa esposizione vogliamo appunto esporre le considerazioni che sono state svolte in tempi recenti relativamente a questo problema; si vedrà quale profonda evoluzione ha subito il concetto di forza passando dal campo della teoria elettronica, le cui applicazioni alla teoria atomica hanno portato alla formulazione della teoria quantistica, al nuovo campo aperto all'indagine dallo studio delle proprietà della materia nucleare.

***

L'interpretazione delle manifestazioni fisiche prima dell'avvento della nuova meccanica quantistica si compiva essenzialmente mediante il concetto di campo di forza; per spiegare i più svariati fenomeni s'immaginava che in ogni punto dello spazio si potesse definire un valore per le forze, esistesse cioè un campo di forze; queste forze provenivano da punti singolari, che dovevano considerarsi come sorgenti di questo campo, e queste singolarità del campo costituivano le particelle materiali. La tendenza generale era quella di materializzare in certo modo il campo, considerandolo come modifica del mezzo. La teoria elettronica che rispecchiava queste tendenze, riteneva che sulle particelle cariche, le uniche allora conosciute, agissero due tipi di forze: la forza elettrica e la forza magnetica, connesse fra di loro dalle relazioni di Maxwell; ed in base alla azione che i campi elettrici e magnetici esercitavano sulle particelle cariche si potevano interpretare le varie manifestazioni.

In tale quadro rimaneva esclusa la forza di gravità, che secondo il pensiero einsteiniano rappresentava essenzialmente un carattere geometrico dello spazio fisico. Le teorie sviluppate appunto per ridurre le varie manifestazioni fisiche a forze di natura elettrica o magnetica, sono state per molte vie coronate da successi notevolissimi. Quando però si è abbordata la teoria atomica, e si è sviluppata la teoria quantistica, si è avuta una profonda modifica in molti punti delle concezioni precedenti; è comparso inoltre nella Fisica un nuovo tipo di forza, ed è appunto questo nuovo tipo di forza che acquista grandissima importanza nella teoria della struttura nucleare.

Questa forza può dirsi che derivi proprio dal postulato fondamentale della teoria quantistica: le relazioni d'indeterminazione di Heisenberg; e ciò dimostra da una parte il suo carattere fondamentale, e d'altra la impossibilità d'interpretare classicamente le manifestazioni cui essa dà luogo. Per rendersi conto di questo tipo di forza bisogna ricordare che le condizioni d'indeterminazione di Heisenberg, basi della teoria quantistica, affermano che non si possono conoscere con una approssimazione grande ad arbitrio le condizioni iniziali di moto di una particella; esistono limitazioni relativamente alla misura delle coordinate e delle componenti dell'impulso

di una particella, e queste limitazioni sono intimamente legate alla natura del Mondo, e cioè non sono assolutamente superabili per progresso ulteriore della tecnica sperimentale.

L'impossibilità di una misura precisa delle coordinate e delle componenti dell'impulso di una particella porta come conseguenza che non ha senso parlare della traiettoria di una particella. Però se il divenire di una particella non è prevedibile nel senso classico, e cioè fissandone la traiettoria, la teoria è in grado di costruire, per qualunque problema, una funzione che dà in ogni istante il valore della probabilità di trovare la particella in un qualunque punto dello spazio. La previsione che può effettivamente farsi, relativamente al moto della particella materiale, è una previsione di carattere statistico, risultato questo fondamentale per tutti gli sviluppi ulteriori della teoria. Questo concetto, per esempio, applicato ad un insieme di particelle in moto porta ad una limitazione, ignota nella Fisica classica, circa le considerazioni da fare su questo insieme. Infatti se classicamente in un assieme di particelle tutte uguali è almeno teoricamente possibile immaginarle tutte numerate, distinte, e seguire per ciascuna la traiettoria, e quindi continuare nel tempo a considerarle distinte, in base alla teoria quantistica le particelle di un insieme non possono essere seguite nelle singole traiettorie, e cessa quindi la pos sibilità anche astratta di considerarle nel loro movimento come particelle distinte, manca anche idealmente la possibilità d'individuarle singolarmente. Nelle considerazioni statistiche da applicare ad un insieme di particelle materiali elementari deve dunque essere tenuto in primo piano questo risultato fondamentale: che cioè non ha senso alcuno considerare come stati distinti di un insieme due stati nei quali la differenza consiste in scambio fra due particelle uguali.

La perfetta uguaglianza delle particelle era ben nota alla Fisica classica, ma è in Fisica quantistica che questo risultato ha una effettiva portata profonda, perchè in essa necessariamente cade anche la possibilità ideale di giungere ad una distinzione fra le varie particelle.

Questa possibilità di scambio tra due particelle che sono, come si è detto, indistinguibili, qualora venga enunciata nel campo della teoria quantistica porta all'esistenza di forze nuove, completamente inspiegabili in Fisica classica. Considerando in effetti due elettroni attratti da due centri distinti, non è possibile affermare che uno di questi elettroni appartiene ad un centro, e l'altro appartiene all'altro centro. La loro perfetta uguaglinza ed indiscernibilità porta come conseguenza che v'è la possibilità di uno scambio fra questi due elettroni. In conseguenza di questo fatto, e come viene dimostrato dal calcolo che tiene conto di questa possibilità di scambio delle particelle, i due centri con gli elettroni che li circondano, che sono in

interazione fra di loro per effetto delle forze coulombiane d'attrazione e repulsione, sono anche in interazione per il fatto che gli elettroni scambiano la loro posizione. L'origine di questa interazione dovuta allo scambio è sempre dipendente in ultima analisi dalla attrazione elettrica che agisce sugli elettroni, ma questa azione intanto compare in quanto i due elettroni possono considerarsi scambiati di posto relativamente ai due nuclei. Intuitivamente si vede che questa interazione è tanto più grande quanto più rapido è questo effetto di scambio, e cioè quanto più accoppiati e più vicini sono i due centri fra loro. Dall'esistenza di questa energia d'interazione, che dipende dalla distanza dei due nuclei, deriva l'esistenza di una forza che è, come si è visto, di natura prettamente quantistica.

Le conseguenze che sono state ricavate dall'esistenza di questa forza sono state grandissime: per metterne in rilievo l'importanza, basta dire che in tal modo è stato spiegato il *legame omopolare*, e cioè la stabilità di tutte le molecole chimiche che non hanno gli atomi costituenti allo stato di joni, in altre parole si è così risolto uno dei più importanti problemi della Chimica.

Questo risultato dimostra come sia possibile mediante una profonda modifica di concezione, relativa alle particelle fondamentali del mondo infinitamente piccolo, spiegare fatti fondamentali quali il legame chimico omopolare che era rimasto fino allora assolutamente enigmatico.

Con l'esistenza di queste forze di scambio si è interpretato il fenomeno che si presentava parimente enigmatico del ferromagnetismo.

***

Per spiegare la stabilità dell'edificio nucleare costituito da protoni e neutroni, ad onta della repulsione coulombiana fra i protoni, è da ritenere che fra queste particelle agiscono forze attrattive. Queste forze sono state considerate come forze di scambio, e quindi in base a questa ammissione è stata possibile sviluppare una teoria della stabilità nucleare. Inoltre per tener conto di alcune particolarità osservate, sono state introdotte forze dipendenti dal momento magnetico delle particelle. Infine come già è stato detto, bisogna ancora immaginare nei nuclei l'esistenza di forze attrattive fra le particelle dello stesso nome.

I tentativi fatti per spiegare in base a queste posizioni i dati sperimentali che si hanno relativamente alle varie stabilità nucleari, e cioè i difetti di massa, sono stati numerosi. Non può dirsi però che in tale campo d'indagini si sia raggiunto un accordo soddisfacente fra teoria ed esperienza, nè noi vogliamo occuparci del problema della struttura e della meccanica nucleare. Ci sono molte ragioni però per ritenere che l'orientamento generale delle ricerche è cer-

tamente ben fondato. Esso ha subìto sviluppi ulteriori, che appunto vogliamo esporre, in tentativi fatti per inquadrare in tale schema di struttura nucleare anche altre manifestazioni. Probabilmente in queste teorie, si avranno nel futuro modificazioni ulteriori, però è molto interessante che questi tentativi mettono in luce del tutto nuova il problema delle forze nucleari, e le collegano in un certo modo ad altre manifestazioni, precisamente a quelle del campo elettromagnetico, che per effetto della teoria quantistica hanno anch'esse subìto una profonda modificazione. Questo processo di avvicinamento di queste due concezioni, è stato frutto di una nuova e originale teoria enunciata da Fermi, teoria nata dalla necessità d'interpretare una speciale trasformazione nucleare riscontrata in nuclei radioattivi sia naturali che artificiali. È noto infatti che tra le manifestazioni nucleari naturali c'è quella che consiste nell'emissione da parte di una specie nucleare instabile di un elettrone negativo, e che in nuclei resi radioattivi artificialmente si può riscontrare anche l'emissione di un elettrone, in altri anche l'emissione di un positrone. È sperimentalmente accertato ormai che nell'emissione di queste particelle tutta l'energia che il nucleo perde nell'atto della trasformazione non viene concentrata nella particella leggera, nè d'altra parte viene emessa sotto forma di quanto di luce. D'altro canto i risultati ottenuti relativamente alle disintegrazioni beta di nuclei radioattivi artificiali leggeri, hanno mostrato chiaramente, in accordo con altre ricerche precedenti, che non è possibile immaginare che il principio di conservazione dell'energia valga « statisticamente » e cioè possa non verificarsi, per eccesso o per difetto, in una singola trasformazione, ma che poi sia verificato statisticamente per un assieme di trasformazioni della stessa specie nucleare. Inoltre le ragioni che ci spingono a considerare valido detto principio, anche in ogni singola manifestazione, sono evidentemente molto convincenti, perchè senza di esso si verrebbe a perdere un filo conduttore che si è mostrato sempre in grandissimo accordo con l'esperienza; ne deriva quindi che ammettendo valido il principio di conservazione si è costretti a ritenere che la parte di energia la quale, nella emissione beta, non si ritrova nell'elettrone negativo, o positivo, sia presa da un'altra particella che evidentemente, dev'essere neutra, perchè l'atomo perde solo una carica elettrica, e deve possedere un potere penetrante elevatissimo, perchè sfugge finora a qualsiasi controllo sperimentale; l'emissione beta cioè deve essere costituita dall'emissione di un elettrone o positrone, e di una particella neutra di massa piccolissima se non addirittura nulla. La fenomenologia della trasformazione beta può facilmente interpretarsi ammettendo inoltre che questa particella porti con sè un momento di quantità di moto, analogamente a tutte le altre particelle materiali che si conoscono (protone, neutrone, positrone ed elettrone) e che segua la statistica

di Fermi, e cioè la stessa statistica delle altre particelle elementari. Tutte queste proprietà attribuite a questa particella purtroppo ancora ipotetica, detta *neutrino*, possono considerarsi conseguenza dell'ammissione fatta, e cioè esse sono strettamente connesse con l'ammissione della validità del principio di conservazione. Il neutrino ha dunque un assieme di proprietà che lo avvicinano moltissimo ad una particella materiale.

Ciò che rimane assolutamente indeterminata è la massa allo stato di riposo di questa particella, e il momento magnetico. Però può dirsi che questa massa dev'essere piccolissima perchè questa particella non ancora rivelata sperimentalmente ha un grandisimo potere penetrante, e la stessa cosa può dirsi per il momento magnetico. In base alle proprietà che si devono attribuire a questa particella si è portati a ritenere infine che al neutrino possa applicarsi la stessa equazione che si applica all'elettrone, e cioè l'equazione di Dirac con l'unica modifica di portare una carica nulla ed una massa estremamente piccola. Poichè in base all'equazione di Dirac si prevedono oltre le soluzioni positive che rappresentano gli elettroni, le soluzioni negative che stanno a rappresentare i positroni, così analogamente applicando l'equazione di Dirac ai neutrini si deve ammettere necessariamente l'esistenza di altre particelle, gli *antineutrini* che però non presentano diversità rispetto ai neutrini, perchè entrambe le particelle hanno carica nulla.

***

Ora l'importanza dell'introduzione di questa particella, a parte la possibilità di salvare con essa il principio di conservazione dell'energia, consiste nella evoluzione che essa ha prodotta nel concetto di forze tra particelle pesanti, e nel nuovo aspetto che conseguentemente assumono i concetti moderni relativi a queste particelle.

In effetti poichè vi sono profonde ragioni in base alle quali è da escludere che nell'interno del nucleo vi siano elettroni, si è portati ad ammettere secondo Fermi, che l'emissione di un elettrone dall'interno di un nucleo, che è accompagnato, come è stato detto, dall'emissione di un neutrino, sia interpretabile come la trasformazione di un neutrone in un protone con la contemporanea comparsa di un elettrone e di un neutrino. In questo modo si vengono a collegare fra di loro in un rapporto di interdipendenza le due particelle pesanti fondamentali: il neutrone e il protone; queste particelle possono trasformarsi l'una nell'altra con una trasformazione che lascia inalterata la carica totale, ma che è accompagnata o dalla creazione di un neutrino e di un elettrone, quando è il neutrone che si trasforma in protone, o dalla creazione di un positrone e di un antineutrino quando avviene la trasformazione inversa.

Questa interpretazione della trasformazione beta pone problemi

di natura completamente nuova; essa considera in certo modo come unica la particella pesante, ma tale da poter assumere due aspetti diversi. L'analogia che si presenta subito è di considerare i due aspetti della particella pesante come due stati quantici, e la produzione dell'elettrone e del neutrino per il passaggio da uno stato ad un altro è paragonabile alla produzione di un quanto di luce. A questa analogia è naturalmente da attribuire il valore che è da attribuire a tutte le analogie, e cioè utili per ottenere un orientamento, ma anche tali da poter portare se sviluppate senza notevole criticismo a conseguenze del tutto errate; ma allo stato attuale questa analogia si è mostrata estremamente feconda.

In primo luogo è da dire che questi concetti possono essere tradotti, come ha fatto Fermi in modo convincente, sotto forma analitica. Alcuni aspetti della formulazione teorica proposta si presentano molto importanti: in effetti se un neutrino ed un elettrone possono essere generati nella trasformazione di una particella pesante di un tipo in un'altra dell'altro tipo, ne deriva che analiticamente la funzione che dà la probabilità perchè il neutrino possa trovarsi in un determinato punto dello spazio, e quella analoga dell'elettrone, devono essere dipendenti dalla funzione della particella materiale pesante, e ciò analogamente al processo di emissione di un quanto di luce; in tale caso infatti la funzione che determina la posizione dell'elettrone che variando di stato stazionario dà luogo all'emissione del quanto, è collegata con il potenziale vettore che determina il campo elettromagnetico, e cioè con un ente il quale è in relazione con il quanto di luce prodotto dalla variazione di stato stazionario. Ciò significa che nel caso dell'emissione beta nell'espressione dell'energia totale del sistema formato dalle particelle pesanti e dagli elettroni e neutrini vi deve essere un termine che rappresenta l'azione mutua fra la particella pesante che cambia di stato e le due particelle prodotte, come nel caso delle particelle materiali e dei quanti di luce v'è un termine che rappresenta l'accoppiamento tra campo elettromagnetico e particella materiale.

Però è da notare che nel caso dell'emissione dei quanti di luce relativamente alle basse frequenze, quando cioè può considerarsi valida la teoria classica, si ha modo di conoscere, in base al principio di corrispondenza, l'energia di accoppiamento fra campo elettromagnetico e particella materiale, e quindi si può ritenere valida questa espressione anche al caso delle grandi frequenze e cioè proprio nell'ordine d'idee quantistiche; nel caso invece del passaggio di stato da neutrone a protone con la produzione di elettroni e neutrini non si è guidati dal principio di corrispondenza e l'unica condizione che deve essere soddisfatta è la seguente: l'espressione del termine di accoppiamento deve essere relativisticamente invariante. Questa posizione limita evidentemente le varie possibili espressioni per l'e-

nergia di accoppiamento, ma non individua completamente il tipo d'interazione; in ogni modo pur riconoscendo una certa incertezza nell'espressione di questo termine d'interazione, esso può fissarsi, e quindi la teoria dell'emissione beta può esplicitamente essere sviluppata; cioè può stabilirsi una relazione che lega l'energia massima assunta dagli elettroni emessi in una trasformazione beta col periodo di vita media della specie nucleare che si disintegra, ed inoltre prevedere l'andamento della distribuzione dell'energia fra gli elettroni emessi. L'accordo coi dati sperimentali è possibile ammettendo che il neutrino abbia una massa quasi nulla, o nulla.

È molto interessante un elemento caratteristico di questa teoria: nell'espressione del termine di accoppiamento dei quanti coi corpuscoli materiali compare come quantità essenziale una costante fondamentale, e cioè la carica elettronica la quale determina l'intensità dell'accoppiamento fra particella materiale e campo; nell'accoppiamento dei neutroni e protoni coi neutrini ed elettroni deve necessariamente comparire una nuova costante che determina analogamente l'intensità dell'accoppiamento fra particella pesante ed il campo dei neutrini ed elettroni. Questa costante caratterizza appunto la possibilità della trasformazione del neutrone in protone, è la costante che regola la trasformazione l'una nell'altra delle particelle pesanti. Il valore di questa nuova costante fondamentale si ricava dal confronto coi dati sperimentali dei risultati ottenuti dallo sviluppo teorico di questi concetti.

Il considerare l'emissione beta come un processo in qualche modo analogo all'emissione di un quanto di luce, porta ancora per ragioni di analogia, e cioè in dipendenza dell'interpretazione delle forze elettromagnetiche che deriva dalla quantizzazione del campo, ad una concezione nuova sia per la forza di scambio agente fra protoni e neutroni, sia per la forza attrattiva agente tra particelle omonime.

La trattazione del comportamento del campo elettromagnetico per le grandi frequenze, e cioè per moti rapidi degli elettroni, urta, com'è noto, contro difficoltà teoriche grandissime; però pur non essendo ancora giunti alla formulazione di un'elettrodinamica quantistica valida senza limitazioni, esente da contraddizioni o imperfezioni, si possono ottenere in queste considerazioni, sotto certi riguardi, risultati soddisfacenti, e cioè si giunge in primo luogo alla quantizzazione del campo, il che significa riuscire a descrivere il campo elettromagnetico con un formalismo tale da ottenere che la radiazione, reagendo con le particelle materiali, sia assorbita od emessa per quantità finite proporzionali alla frequenza. Sviluppando questa teoria in modo relativistico, l'interazione elettrostatica fra due cariche assume un aspetto del tutto nuovo. Infatti il campo elettromagnetico è rappresentato da un quadrivettore che nella teoria che si considera viene sviluppato nelle sue quattro componenti

in serie di Fourier; in tal modo anche la componente che rappresenta il potenziale scalare, e cioè l'attrazione coulombiana, viene ad essere rappresentato, almeno formalmente, dalle componenti di una serie di Fourier e cioè da onde che, come le altre generate dalla decomposizione del quadrivettore, sono sottoposte a quantizzazione; in tal modo nell'espressione della energia totale, e cioè energia della particella, del campo e dell'interazione, tale termine coulombiano viene ad essere descritto da questo assieme di onde sottoposte a quantizzazione. La teoria porta allora al risultato che le particelle elettrizzate sono in interazione fra di loro in quanto che ciascuna reagisce sul campo elettromagnetico e questa azione avviene per quantità finite, e cioè per quanti, e poi questi quanti producono azione su di un'altra particella.

In tal modo l'attrazione fra le cariche elettriche è ancora per così dire trasportata dal mezzo, ma in un senso del tutto nuovo: in luogo del concetto di linea di forza che idealmente collega le due particelle, l'azione tra di esse si esercita indirettamente, e cioè per opera di onde quantizzate che reagiscono con le particelle. Questo nuovo aspetto che assume l'elettromagnetismo è una conseguenza della quantizzazione del campo, quantizzazione che deve essere estesa anche alla quarta componente del quadrivettore e cioè al potenziale coulombiano, perchè le espressioni siano in accordo con i concetti relativistici. In altre parole la teoria quantistica nella sua formazione relativistica non conosce interazione diretta delle cariche, ma una interazione mediata attraverso il campo quantizzato.

L'analogia fra emissione di quanti per variazione di stato stazionario di un sistema atomico, e la produzione della coppia neutrone-elettrone per variazione di stato stazionario della particella pesante, porta evidentemente al risultato che anche l'interazione fra le due particelle pesanti protone-neutrone può essere interpretata mediante l'intervento della produzione di neutrini ed elettroni. Il processo sarebbe del seguente tipo: un neutrone si trasforma in protone e quindi entra in interazione con elettroni e neutroni, analogamente un protone entra in interazione con positroni ed antineutrini con trasformazione in neutrone; le coppie di elettrone ed antineutrino, positrone e neutrino prodotte nelle due trasformazioni si annullano scambievolmente e quindi si ritorna alle condizioni di prima con l'unica modifica dello scambio di un neutrone con un protone. Ammettendo dunque questo processo l'energia di scambio tra due particelle eterogenee protone-neutrone può interpretarsi come dipendente dall'interazione delle due particelle con il campo dei neutrini ed elettroni.

Partendo in tal modo dai concetti fondamentali della teoria dell'emissione beta, può spiegarsi l'energia d'interazione delle particelle eterogene e quindi in ultima analisi può determinarsi il valore

della forza attrattiva neutrone-protone la quale deve risultare evidentemente funzione della nuova costante fondamentale introdotta nella Fisica dalla teoria di Fermi della trasformazione beta.

In questa nuova concezione, in base alla quale sia le forze del campo elettromagnetico sia quelle fra le particelle pesanti neutroni e protoni risultano dipendenti da interazioni con altri enti delle particelle considerate (onde elettromagnetiche quantizzate nel caso delle azioni coulombiane e delle azioni elettromagnetiche, oppure elettroni e neutrini nel caso dell'attrazione fra due particelle pesanti) dovrebbero rientrare ancora le forze attrattive fra particelle omonime. Cio è ben possibile immaginando il seguente schema: un neutrone si trasforma in protone emettendo la coppia elettrone-neutrino, un altro neutrone si trasforma a sua volta emettendo un'altra coppia elettrone-neutrino, ognuno dei due protoni così formati assorbe la coppia di elettrone-neutrino emesso dall'altra particella: il sistema ritorna allora nelle condizioni primitive, ma i due neutroni sono stati, attraverso la trasformazione in protone ed il ritorno a neutrone, in interazione fra di loro. Questa interazione è così di un grado superiore; essa porta a prevedere l'esistenza di una forza anche fra particelle omonime, in accordo con quanto è richiesto dai dati sperimentali.

Come già è stato detto, è possibile tradurre in un linguaggio matematico lo schema che si è esposto, e quindi giungere ad una formulazione quantitativa di quanto è stato detto, ma se è possibile ottenere un discreto accordo tra le formule matematiche ed i dati sperimentali relativamente all'emissione beta attribuendo una massa nulla al neutrino, non in maniera soddisfacente si riesce a determinare il valore della forza agente fra le varie particelle elementari.

L'estensione suesposta della teoria di Fermi all'interpretazione delle forze agenti fra le particelle pesanti non può però allo stato attuale considerarsi come soddisfacente. Ed infatti se la teoria di Fermi spiega con un notevole accordo coi dati sperimentali la trasformazione beta, e ciò in base ad uno speciale valore della nuova costante universale, l'estensione su esposta prevede con lo stesso valore per la costante un valore della forza attrattiva fra neutrone e protone che è molto più piccola del valore che si ricava dai dati sperimentali; inoltre la forza agente fra particelle omonime dalle idee suesposte risulta dipendente da un'interazione di ordine superiore, e quindi la forza agente è molto meno intensa, mentre dai dati sperimentali si ricava che la forza agente è la stessa sia fra le particelle eteronime che omonime.

L'incompletezza della teoria allo stato attuale si rivela ancora tenuto conto del fatto che le particelle si trovano nei nuclei ad una certa distanza media di equilibrio tra di loro, e ciò significa che fra di esse deve agire inoltre una forza repulsiva quando queste vengono

molto vicine fra di loro; è quindi evidente che lo schema proposto è soltanto un'approssimazione perchè in base ad esso si ottengono solo forze attrattive.

L'interpretazione proposta dalla quale deriva che le forze agenti fra le particelle fondamentali possono essere trattate in analogia con quelle del campo elettromagnetico pur con le gravi manchevolezze riscontrate, si presenta però estremamente suggestiva.

La mancanza dell'accordo della teoria con l'esperienza, in base alle ultime ricerche, pare che possa dipendere dal fatto che in queste considerazioni non si tien conto di un'altra particella fondamentale ancora non conosciuta. Ed infatti in quest'ultimo periodo sono state intensificate le ricerche per rendere assolutamente sicuri, in base ad indizi già avuti, dell'esistenza di una altra particella di massa intermedia fra quella del protone e quella dell'elettrone, particella che con questo speciale valore della massa e con uno speciale valore per il suo momento magnetico sanerebbe completamente le difficoltà prima enunciate.

Il quadro generale derivante dalla concezione di Fermi della trasformazione beta si mostra allo stato attuale delle indagini come estremamente fecondo per lo sviluppo ulteriore delle nostre conoscenze sulle forze agenti fra le particelle fondamentali.

Napoli, R. Università, Istituto fisico.

ANTONIO CARRELLI

MICHAEL SCOT: A SCOTTISH PIONEER OF SCIENCE

Michael Scot flourished in the early part of the thirteenth century. He was one of the early translators of Arabic writings dealing with science and mathematics. He studied in Spain and Italy, and eventually reached Sicily, where he became court astrologer and philosopher to the Emperor Frederick II. His chief interests were natural philosophy, astronomy, astrology, physiognomy, and the art of prediction. His *Physionomia* had an extensive circulation in manuscript form for 250 years, and afterwards in numerous printed editions. In a memorandum dealing with the leading ideas of alchemy he mentions neither transmutation nor the Philosopher's Stone, so that his point of view was that of the Graeco-Egyptians rather than of the later transmutationists of western Europe. In the centuries following his death he came to be regarded as a magician and necromancer, and numerous legends cluster around his name. Our knowledge of him is fragmentary, but he stands out as the most eminent Briton to secure a place in the history of mediaeval Italy.

The great corpus of learning accumulated by the Muslims began to percolate into western Europe in the twelfth century. The torch-bearers of the resulting intellectual movement, which was to lighten the darkness of the Middle Ages, were the translator of the twelfth and thirteenth centuries and the encyclopaedists who followed in their train. The task of the translators was the preparation of Latin versions of manuscripts written for the most part in Arabic, and dating from the eighth century onwards. The translators were thus attracted to the famous Spanish centres of learning, in particular to Toledo; some of them also were active in Sicily, Syria, and other Mediterranean lands. Eminent among these early translators were Adelard of Bath, Robert of Chester, Hermann of Carinthia, Gerard of Cremona, and Michael Scot.

Michael Scot was one of the most picturesque and romantic of Scotland's many picturesque and romantic sons; but at this distant day his outline can be seen only dimly through a *haar* [1] of legend and tradition. Even the dates and places of his birth and death are unknown. His great compatriot, namesake, and fellow « Wizard of the North », Sir Walter Scott, and others have wrongly identified him with that Sir Michael Scot of Balwearie, near Kirkcaldy, in Fife, who « flourished during the 13th century, and was one of the ambassadors sent to bring the Maid of Norway to Scotland upon the death of Alexander III ». [2]

From the investigations of Wood Brown, [3] and the later and more

[1] Coastal sea-fog.

[2] Sir W. Scott, *The Lay of the Last Minstrel*, Appendix, Note O.

[3] J. Wood Brown, *An Enquiry into the Life and Legend of Michael Scot*, Edinburgh, 1897.

critical work of Haskins,[1] it appears that Michael Scot, Michael Scotus, or Michael the Scot, was born in the Scottish Border country during the last quarter of the twelfth century, and that he died about 1236. Whether he died abroad or in Scotland is uncertain. According to one story he was killed, in Germany or Italy, by a falling stone whilst at mass, although he had taken the unlikely precaution of donning a metal headpiece. Alternatively, there is a still more improbable legend that he succumbed in Scotland to the poisonous qualities of a broth prepared from the flesh of a *breme*[2] sow; there are also local traditions that he was buried at Melrose Abbey, or at Holme Cultram in Cumberland.

Like Roger Bacon, some forty years after him, he seems to have studied at Oxford, and then at Paris, where, according to Ferguson, he « acquired the highest possible reputation as master of the polite arts; grammar, rhetoric, logic, arithmetic, music, mathematics, and astronomy ». From Paris, Michael travelled southwards — the first of an illustrious succession of wandering Scots who were destined to follow the uncertain star of mediaeval science. The course and sequence of his journeys cannot now be traced, but it is known that he was at Toledo in 1217 and at Bologna in the autumn of 1220. The first established date in his career is, indeed, August 18th, 1217, on which day he finished at Toledo his translation of al-Bitrogi's *De Sphaera*. He was then a grown man, probably with some years' experience of life in Spain. It was also at Toledo that he made (from Hebrew or Arabic) the first Latin translation of Aristotle's *Historia animalium*, a text which was used extensively during the next two hundred years; it was here, too, that he seems to have produced new versions of the *De caelo et mundo* and *De anima*.

Michael Scot's eminence as a master of Latin learning, of Hebrew, and of Arabic, was recognised repeatedly by the Popes between 1224 and 1227; he was given permission to hold benefices in England and Scotland, and was even offered the Irish archbishopric of Cashel. It was as a skilful philosopher that he earned the commendation of the celebrated mathematician, Leonardo of Pisa; and his writings also show an acquaintance with medicine, music, and alchemy.

Eventually, by about 1227, he reached Sicily and became attached to Frederick II, Holy Roman Emperor and King of Sicily

[1] C. H. HASKINS, *Studies in the History of Mediaeval Science*, Cambridge, U.S.A., 1924. The tentative dates and sequence of events in Michael Scot's career adopted by Wood Brown, and later by J. Ferguson (« Bibliotheca Chemica », Glasgow, 1906), have been dismissed as untenable by Haskins, whose conclusions are utilised in the present narrative. Wood Brown surmised that Michael went from Paris to Bologna, then to Sicily, afterwards to Spain (from about 1209 to 1220); and that a second period in Sicily (1220 to 1230) was followed by his return to Oxford, and eventually to Scotland, where he died.

[2] Rabid.

and Jerusalem, in the capacity of court astrologer and « philosopher ». At this cosmopolitan court, situated in a land wich had experienced the cultural impacts of Greece, Rome and Islam, he found a wider field of interests and activities. Possibly on account of the Emperor's great interest in animals and birds, Michael translated and dedicated to him the *Abbreviatio Avicenne de animalibus*; but on the whole his interests now began to move from natural philosophy towards astronomy, astrology, physiognomy, and the art of prediction. His predilections are clearly brought out in the three related treatises which form his most important writings; these are entitled *Liber introductorius*, *Liber particularis*, and *Physionomia*, and were completed not earlier than 1228. The first two of them have never been printed.

The *Physionomia* was one of the earliest « best-sellers ». After enjoying an extensive circulation in manuscript form for 250 years, it was printed in 1477; the remainder of the fifteenth century saw the issue of numerous further editions; and altogether some fifty editions and translations are said to have been published. Although it has been translated into German, Italian, French, and even Polish, no English version of this work has been made. Despite its title, the *Physionomia* is partly, medical and physiological, since it deals with various pre-natal considerations, and with birth, as well as with signs of the complexion, and the interpretation of character, diseases, and temperament, deduced from a study of bodily physiognomy.

Michael Scot took himself very seriously as an astrologer, but he was careful (as was necessary in those days) to draw a sharp distinction between legitimate learning and illegitimate magic. Nevertheless, he believed in divination, of which he mentioned twenty-eight kinds, and wrote at length about the magic arts. His writings on astrology — a subject which he regarded, in the spirit of his age, as applied astronomy — had a great vogue in the Middle Ages; and his position as an exponent of early European science must be assessed largely upon the three treatises now under notice. His *Liber introductorius*, to which the *Liber particularis* is to some extent a supplement, was designed as a treatment of astrology in simple terms: it is a blend of astronomy, astrology and meteorology, with digressions on the mystical import of numbers, the music of the spheres, and other Pythagorean ideas.

Michael's intellectual interests did not end with the exposition and discussion of these subjects. He had a pronounced taste for making observations, calculations, and experiments, and he was eager to apply his knowledge in calculatory astronomy, also in predicting the courses of campaigns, determining favourable times for specific undertakings, and so forth.

Michael Scot stands out dimly through the mists of seven hundred years as a scholar, translator, and astrologer. As an alchemist, however, he is far more difficult to visualise. That he was acquainted with the alchemical doctrines of Islam follows from his close association with so eminent a patron of Arabic learning as Frederick II; but his position as an original contributor to the literature or practice of alchemy is confused by the fictitious ascriptions of a later age. These include, for example, the *Quaestio curiosa de natura Solis et Lunae* (« Curious investigation concerning the nature of the Sun and Moon »), a short tract devoted entirely to transmutation and the Philosopher's Stone, which was fathered upon « Michaele Scoto » in the *Pretiosa Margarita Novella*, a celebrated Aldine publication of 1546. Fortunately, a precise idea of his leading ideas concerning alchemy remains on record in the last part of his *Liber particularis*, in the form of an answer to one of a series of questions put to him by the Emperor on various points of scientific interest. The memorandum, [1] which deals with the nature of metals, runs as follows:

« Metal is a certain substance of what is called second composition, and there are 7 species thereof, to wit, iron, lead, tin, bronze, copper, silver and gold. You must know that these are generated by the combination of mercury, sulphur and earth; and according to the union of the matter of their components, so is their weight and colour.

« Gold has in it more sulphur than mercury; silver has more mercury than sulphur and earth; iron has more earth than mercury, and so forth.

« Anything has many powers, as in scientific combination and in other potencies. For instance: gold pounded fine is virtuous for old men who would live more healthily and grow younger, if taken in food; and for gold one may get many silver coins for making payments, also many necklaces are made of it, utensils are decorated, and for it women and many possessions are got. Silver will buy gold, and from it many things are got and made as they are from gold, as coins, utensils and so on.

« Tin is useful to make utensils and to make ready wrought iron and bronze. The same may be said of lead, bronze and so on. The metals are scientifically treated according to the teaching of the art of alchemy along with certain additions of powder, by the intermediary of the spirits, of which there are four kinds, to wit, mercury, sulphur, orpiment and sal ammoniac. From gold with certain other things can be made, in appearance, more gold; from silver and bronze

[1] For the Latin original see HASKINS, *op. cit.*, p. 295. Uncertain translations of portions of this text have been indicated by means of brackets.

whitened with a chemical preparation is made, in appearance, more silver, and so on.

« From silver, azure [1] is easily made. From lead, white lead is easily made. From bronze, a green colour is easily made with strong vinegar and honey. From lead and bronze, etc., is made another metal. From tin and bronze is made [a kind of bronze] [2] with a medicine. Quicksilver destroys all metal, as is clear from coins which it touches and from tin, a rod of which it breaks if it touches it, and so forth.

« From lead are made strips of [mute material], [3] whereby sound is deadened. Quicksilver kills him that eats it and takes away the hearing if it falls into the ears. The water of metals, as of iron, arsenic, vitriol, lime and verdigris, corrodes and breaks steel. [From common substances and marcasite of iron, steel is made], [4] and behold a great marvel ».

This statement, although somewhat desultory and occasionally trivial, is nevertheless important, since it affords one of the earliest glimpses, through European eyes, of some of the fundamental conceptions of mediaeval alchemy. The composition of metals is referred to the sulphur-mercury theory of the school of Jabir; gold is regarded as a potent medicine; and the practicability of tinting metals or alloys to simulate gold or silver is recognised.

The most important inference to be drawn from Michael's statement is that his study of the alchemical writings of Islam had not impressed him with the idea of the transmutation of base metals into real gold. He mentions here neither transmutation nor the Philosopher's Stone, thereby indicating that the supposed possibility of gold-making which developed into a mania during the fifteenth century had not yet seized upon men's imaginations. His point of view in this respect seems to have been that of the Graeco-Egyptian makers of imitation gold and silver, rather than that of the later « pseudo-alchemists » of western Europe and the writer of the above-mentioned *Quaestio curiosa de natura Solis et Lunae.* [5]

Thus, Michael does not refer to that « *Elixir* », which, in the language of *The Mirror of Alchimy*, « when it is cast upon mettalls or imperfect bodies, doth fully perfect them in the verie projection », although he anticipates the essence of the succeeding statement,

[1] *Azurum* - See *The Works of Geber*, Englished by RICHARD RUSSELL, 1678, new edition (ed. E. J. Holmyard), London, 1928, 65; i. e., *Sum of Perfection*, I, III, 9: « Being put over the fume of acute Things, as of *Vinegar, Salarmoniac*, etc. it [silver] will be of a wonderful *Celestine Colour* ».

[2] *Peltrum.*

[3] *Lime surde.*

[4] *Ex vilibus et muracido ferro fit ferrum andanicum.*

[5] For a discussion of the alchemical conceptions and writings mentioned in this contribution, see J. READ, *Prelude to Chemistry*, London, 1936, New York, 1937.

that « according to the puritie and impuritie of the two aforesaid principles, *Argent-vive* and *Sulphur*, pure and impure mettalls are ingendred ». Parts of his memorandum also find close parallels in the *Semita Recta* of Albertus Magnus and in the Latin Geber. The *Semita Recta*, for example, recognises four principles under the names of mercury, sulphur, « orpyment » and « arcenyke », and the Latin Geber refers to the six metallic bodies — gold, silver, lead, tin, copper, and iron — « which are the *Effect* of these *Principles* of *Nature* » (sulphur, arsenick, and argent-vive). Of gold, too, Geber says that it « is a *Medicine* rejoycing, and conserving the *Body* in *Youth*. It is most easily broken with *Mercury* ». In dealing with the base metal, lead, he says that it « hath much of an *Earthy Substance* »; but he diverges from Michael when he adds that « it is washed, and by a *Lavament* turned into *Tin* », and by further treatment into silver.

Although the authenticated facts of Michael Scot's life are so scanty, they suffice to show that his career was one of solid and impressive achievement. Indeed, his reputation became so great that in the popular mind — like his immediate successors, Roger Bacon of the brazen head and Albertus Magnus of the magic banquet — he came to be regarded as a magician endowed with supernatural powers: « in the mediaeval mind », remarks Haskins, « the science of magic lay close to the magic of science ». Thus Michael Scot emerges from the fog of legend and tradition less as a great scholar and philosopher than as « a brave necromancer, that can make women of devils and juggle cats into costermongers ». He was even credited with the power of laying upon his grimoires, or books of Black Magic, spells so strong that they persisted long after his death.

A curious note of disapprobation, even of malice, may be discerned in many of the references which have been made to Michael Scot by later mediaeval writers. It appears that his activities were viewed with a much deeper suspicion than those of Roger Bacon and other alleged magicians among the schoolmen, as though he had been guilty of unholy practices. This attitude was perhaps due partly to the interest in magic displayed in some of his writings and partly to Dante, whose derogatory mention of Michael in the *Inferno* seems to have been determined by the political animus of the Guelfs against the Ghibellines. Dante's lines run as follows:

> Quell'altro che ne' fianchi è così poco,
> Michele Scotto fu, che veramente
> Delle magiche frode seppe il giuoco.

« That other who is so small about the flanks was Michael Scot; and of a truth he knew the play of magic frauds ». [1] The allusion to

[1] DANTE, *Inferno*, XX, 115-117 (trans. J. A. Carlyle, London, 1867).

magiche frode was echoed by Boccaccio, who called Michael « a great master in necromancy ». [1]

A similar view was taken much later by Daniel Stolcius, who published in 1627, under the title *Hortulus Hermeticus Flosculis Philosophorum*, a collection of versified Latin epigrams commemorating a large number of alchemical workers, writers, and patrons. Here again, « Michael Scotus, Philosophus », unlike his companions, incurs a sharp reproof, phrased thus:

> The good things which God himself has set before our hands,
> those the baneful company of wickednesses makes to flee.
> Do not thou, without my bidding, touch our produce,
> for a punishment is ready and waiting for transgressors.

i. e., The substance which is within our reach is lost because of the sins of wicked men.

The accompanying engraving is presumably an innuendo associating the much-maligned Michael with the fruit of the forbidden Tree and the Fall of Man. It depicts Adam and Eve standing by the Tree, around which coils the Serpent. Eve hands an apple to Adam. The Serpent, concentrating his attention upon Eve, eagerly proffers her a second apple, which depends from his mouth. The symbols of the seven heavenly bodies and metals are also included in the design: Sol, Mars and Saturn are allocated to Adam; Luna, Venus and Jupiter to Eve; and Mercury to the Tree and Serpent. Altogether, this is an ingenious and ingenuous conceit, worthy of the alchemical imagination.

The legends and traditions associated with Michael Scot are very numerous. Some of them were recorded by Sir Walter Scott, who put the following words into the mouth of the Monk of Melrose, in *The Lay of the Last Minstrel:*

> In these far climes it was my lot
> To meet the wondrous Michael Scott;
> A wizard, of such dreaded fame,
> That when, in Salamanca's cave,
> Him listed his magic wand to wave,
> The bells would ring in Notre Dame!
> Some of his skill he taught to me;
> And, Warrior, I could say to thee
> The words that cleft Eildon hills in three,
> And bridled the Tweed with a curb of stone:
> But to speak them were a deadly sin;
> And for having but thought them my heart within,
> A treble penance must be done.

In a note on this passage, Sir Walter recounts a legend that Michael was at one time embarrassed by an uncannily active spirit, whom he had to keep constantly employed. « He commanded him

[1] Boccaccio's tribute may be supplemented by the testimony of the Italian macaronic poet, Folengo, of the early 16th century, who in his *Merlini Cocaii macaronicon* credited Michael Scot with the ability to summon fiends from the four quarters of heaven, to ride upon an enchanted horse, to sail in an enchanted ship, and to wrap himself in a cloak of invisibility.

to build a *cauld*, or dam-head, across the Tweed at Kelso; it was accomplished in one night, and still does honour to the infernal architect. Michael next ordered, that Eildon hill, which was then a uniform cone, should be divided into three. Another night was sufficient to part its summit into the three picturesque peaks which it now bears. At length the enchanter conquered this indefatigable demon, by employing him in the hopeless and endless task of making ropes out of sea-sand » — which, if gathered, as sometimes asserted, in Kirkcaldy Bay, may explain why « Some say the Deil's dead and buried in Kirkcaldy ». [1] It would seem that either (1) the demon had failed to master the technique of drawing fused quartz into fibres before leaving his infernal abode, or (2) he was unable to reproduce in Scotland the temperature of his usual environment. So strong was the Michael Scot tradition among the peasantry of southern Scotland in the time of Sir Walter Scott that, according to him, they were apt to attribute any imposing ancient work to *Auld Michael*, Sir William Wallace, or the devil.

Of Michael Scot's personality and temperament nothing definite can be said. His mind has been characterised as « curious, credulous, and uncritical »; [2] but in this respect he was a true child of the thirteenth century. He was the sole Scotsman and the most notable Briton to attain distinction in mediaeval Italy; and from what we know of his career and achievements we may surmise that he was a man of outstanding ability, endowed amply with the Scottish attributes of enterprise, industry, and dour perseverance, combined with a daring both physical and intellectual. Without such traits we cannot imagine this son of the remote north establishing himself, in those days of painful travel, in a far southern country, some two thousand miles from his own, amid a strange medley of Lombards, Greeks, Saracens, and Jews — himself « not least, but honour'd of them all ». It is in such a light, as a pioneer of European science and learning, that we ought to view this illustrious son of Scotland, who for too long has been dismissed as a mere picturesque adjunct to the romantic heritage of his native land.

St. Andrews, The University, Chemistry Department.

JOHN READ

[1] « Some say the devil is dead and buried in Kirkcaldy » — a Scottish saying.

[2] L. THORNDIKE, *A History of Magic and Experimental Science*, London, 1923.

MILIEU, FONCTIONNEMENT ET MORPHOGÉNÈSE

Une multitude de faits sont actuellement connus, qui montrent la remarquable plasticité de la cellule végétale et l'étendue de ses possibilités morphogènes sous l'action des divers facteurs du milieu. Nous savons par contre fort peu de choses sur le mécanisme intime des variations de forme et de structure imposées par ces facteurs. Le milieu agit plus ou moins directement sur l'activité métabolique et c'est cette dernière qui édifie les formes. Les résultats des premiers travaux au cours desquels l'étude de l'action des facteurs du milieu sur le métabolisme a été menée parallèlement à l'étude de l'action de ces mêmes facteurs sur la morphogénèse, laissent espérer que cette manière d'aborder le problème permettra de pénétrer plus avant dans la connaissance des processus de construction des formes végétales, d'expliquer beaucoup de faits de variations de structure provoquées par les variations du milieu et aussi dans bien des cas de comprendre le mécanisme de la différenciation cellulaire et celui de l'adaptation.

Depuis la première expérience de morphogénèse expérimentale, réalisée en 1870 par Askenasy, le nombre des faits connus relatifs aux actions qu'exercent les divers composants du milieu extérieur sur les formes végétales n'a cessé de croître, et nous nous trouvons maintenant en présence d'une très riche documentation, fournie en partie par l'observation et en partie par l'expérience, établissant l'extraordinaire plasticité des corps végétaux et la diversité de leurs réactions aux multiples facteurs matériels et énergétiques du milieu.

Grâce à l'activité manifestée depuis soixante ans par les phytobiologistes dans ce domaine il nous est maintenant possible de prévoir, dans une certaine mesure, quelles peuvent être la variation de la forme générale d'un organisme végétal, et celle de la structure de ses divers tissus, lorsque cet organisme est mis dans l'obligation de se développer en un milieu déterminé, différent de son milieu normal. Nous sommes par contre beaucoup moins renseignés sur le mécanisme intime des variations qui se produisent. Nous connaissons la relation existant entre le milieu et la forme, nous savons que tel milieu provoque l'apparition de telle forme, mais nous ignorons le plus souvent par quels processus le milieu influe sur la morphogénèse; nous sommes incapables d'indiquer quelles sont les causes déterminantes immédiates des structures morphologiques que nous constatons. Nous pouvons seulement affirmer qu'il n'y a pas là en général de relation directe; le milieu ne modèle pas directement les formes; il agit sur le fonctionnement métabolique et c'est par cet intermédiaire qu'il parvient à dévier la morphogénèse de sa voie normale. Le milieu agit directement sur l'entrée et sur la sortie de la matière et de l'énergie, puisque c'est lui qui fournit à la substance végétale matière et énergie, et qui reçoit celles qu'elle rejette. Il agit déjà moins directement sur les phénomènes de conduction, sur la répartition, à l'intérieur de l'organisme, de la matière et de l'énergie qui y sont entrées, moins directement encore sur le fonctionne-

ment métabolique qui met en œuvre ces dernières dans la substance vivante; quant à son action sur la morphogénèse, elle est beaucoup plus lointaine, puisque la construction des formes — édification des constituants cellulaires, des cellules, des tissus, des organes — n'est que le résultat du fonctionnement métabolique, la conséquence directe des phénomènes d'anabolisme et de catabolisme, de la mise en place des substances élaborées ou de l'élimination de certaines substances désintégrées.

Pour parvenir à préciser le mécanisme de l'influence morphogène exercée sur la cellule ou sur l'organisme par le milieu ambiant, c'est donc tout une série d'actions qu'il faudrait essayer de connaître, toute cette chaîne de phénomènes, déclenchés les uns par les autres, qui relie l'action du milieu à la réaction morphogène.

La plupart des expérimentateurs qui ont fait connaître les réactions de la morphogénèse végétale aux actions des principaux facteurs du milieu, ont formulé des hypothèses sur le mécanisme de ces réactions, et pour établir ces hypothèses, ils ont fait appel à ce qu'on savait des actions exercées par les divers composants du milieu sur les grandes fonctions végétales. Pour expliquer l'action morphogène de l'intensité lumineuse, de la température, de la teneur en eau du milieu, par exemple, ils ont utilisé les résultats antérieurement obtenus par les physiologistes qui avaient déterminé comment variaient l'absorption, la circulation, la photosynthèse, la respiration, la transpiration, en fonction de ces divers facteurs.

Dans la plupart des cas les hypothèses formulées sont à réviser, parce que les données physiologiques sur lesquelles elle reposent, même lorsqu'elles sont exactes, ne sont pas utilisables à la solution des problèmes abordés, en raison des conditions dans lesquelles elles ont été acquises.

Pendant longtemps les recherches relatives à l'action exercée par le milieu sur le fonctionnement métabolique ont consisté à établir ce que devenaient les principaux phénomènes physiologiques connus, chez des individus ou des organes appartenant à une même espèce végétale, *qui s'étaient construits dans les mêmes conditions de milieu* — et qui, par conséquent, étaient tous *formés d'une matière végétale identique* — lorsqu'on les portait pour un temps court, dans des conditions différentes de celles où ils s'étaient construits. Ainsi furent déterminées les courbes de variation de l'intensité de la photosynthèse, de l'intensité de la respiration, de la transpiration, de l'absorption, en fonction de la température, de la lumière, de l'état hygrométrique de l'air, etc. Ce mode d'investigation, par action *temporaire* de milieux déterminés sur les organismes, permet de connaître comment l'activité métabolique d'une même matière végétale réagit à des actions extérieures de courte durée, et quelles sont les possibilités de fonctionnement de certains de ses appareils dans des

conditions plus ou moins éloignées de celles dans lesquelles ils ont été construits.

Les données résultant de ces sortes de recherches ne sont pas applicables à l'étude de l'action morphogène des facteurs du milieu, parce que la réaction morphogène à un facteur déterminé ne se produit chez un organe ou chez un individu qu'après un temps d'action de ce facteur assez prolongé, et au cours duquel, non seulement les divers actes métaboliques on été modifiés, mais où de plus, et comme conséquence, toute l'élaboration de la matière végétale a été déviée de sa voie normale. Lorsque deux individus d'une même espèce ont été soumis à des températures ou à des éclairements différents, pendant tout ou partie de leur développement, et ont acquis des formes et des structures dont il s'agit précisément à un stade donné de la végétation, d'expliquer le déterminisme, ce ne sont pas des matières végétales semblables qui ont fonctionné dans ces conditions différentes, ce sont des matières végétales de structures physico-chimiques plus ou moins profondément dissemblables; on ne peut donc expliquer les mécanismes de leur morphogénèse respective par ce que l'on sait de la variation des divers actes métaboliques d'une même matière végétale en fonction des facteurs étudiés, intensité de la chaleur ou de la lumière.

Le travaux de Boussingault, Prianischnikoff, Timiriazeff, Famintzine, Reinke, Lubimenko, ont montré que la courbe de variation de l'intensité de photosynthèse de matières végétales identiques, construites dans le même milieu, en fonction de l'intensité lumineuse, s'élevait régulièrement à partir des éclairements les plus faibles jusqu'au voisinage de celui qui correspond à l'éclairement solaire total. Lorsque E. Rosé, en 1913, continuant mes recherches de 1910 sur les optima lumineux, compara entre elles les activités de photosynthèse d'individus de même espèce développés à des éclairements différents, et par conséquent formés de matières végétales différentes, il s'aperçut que des feuilles qui s'étaient construites à de faibles lumières ($^1/_3$ de l'éclairement solaire direct) présentaient dans ces conditions une activité de photosynthèse tout aussi grande que celle des feuilles qui s'étaient construites en pleine lumière et qui continuaient à y vivre. Si donc on avait voulu, sans avoir recours à une nouvelle expérimentation, préjuger de l'action de la lumière sur la photosynthèse chez ces plantes en appliquant simplement ce que l'on savait de l'action de la lumière sur la photosynthèse de matières végétales construites dans un même milieu, on aurait commis une grave erreur. Cette sorte d'erreur a été faite dans beaucoup de travaux de morphogénie expérimentale où les auteurs, n'ayant à leur disposition que les anciennes données physiologiques, ont tenté de les utiliser à l'explication des faits qu'ils découvraient.

Depuis trente ans, un certain nombre de recherches ont été entreprises dans le sens de celles effectuées par E. Rosé, mais les résultats obtenus sont encore très fragmentaires. Si nous voulons essayer de pénétrer le mécanisme des multiples sortes de variations de structure actuellement connues il faut que soient réunis le plus grand nombre possible de documents sur les variations de métabolisme qui précèdent et déclenchent ces variations de forme, et sont plus directement dépendantes des milieux. Il faut multiplier les expériences consistant à soumettre les organismes végétaux, pendant tout leur développement, à l'action de conditions bien déterminées, et préciser comment ces conditions influencent d'une part les divers phénomènes métaboliques, d'autre part l'évolution des formes externes et internes.

Des recherches de cette nature, entreprises systématiquement depuis plusieurs années dans mon laboratoire, sur des plantes supérieures, ont conduit à des résultats encourageants. Les expériences effectuées dans le but d'établir l'action de l'intensité lumineuse sur la nutrition minérale, l'élaboration des glucides, des protides, des lipides, sur la photosynthèse, la respiration, la pression osmotique des tissus, ont montré quels bouleversements les variations d'éclairement apportent dans ces actions métaboliques. Celles au cours desquelles M^lle^ M.-T. Gertrude a étudié comparativement l'action du milieu aquatique et celle du milieu aérien, d'une part sur ces mêmes parties du métabolisme et d'autre part sur l'évolution morphologique (structure des cellules, des tissus, des organes et formes externes), lui ont permis de formuler une explication solidement fondée du mécanisme de l'action morphogène du milieu aquatique. Elle a montré que, contrairement aux hypothèses généralement admises, les plantes immergées peuvent élaborer en un temps donné tout autant de matière organique que les plantes d'air; ce qui les distingue c'est que le milieu aqueux dirige le fonctionnement métabolique de tout autre façon que ne le fait le milieu aérien; les parties du métabolisme qui sont le plus profondément déviées, et qui agissent ici d'une manière prépondérante sur l'élaboration des formes sont, d'une part le système régulateur de la pression osmotique, qui réalise de faibles pressions par une forte hydratation des tissus, d'autre part l'ensemble des phénomènes anaboliques producteurs de protéides et de lipides complexes qui, extrêmement actifs, ne permettent qu'une faible accumulation des glucides, amenant la plus grande partie du produit de la photosynthèse, au fur et à mesure qu'il prend naissance, à un stade plus avancé que le stade glucide, jusqu'au stade de grosses molécules azotées et phosphorées, qui s'organisent aussitôt en matière vivante.

Dans toute cellule végétale, la matière vivante, caractérisée par sa structure physico-chimique spécifique et par ses possibilités

métaboliques spécifiques, présente une très grande variété de fonctionnements, imposés chacun par des conditions de milieu différentes. L'assimilation de la matière inerte peut s'y produire de manières très diverses suivant les formes et les quantités de la matière et de l'énergie qui lui sont offertes. On peut considérer que dans les conditions optima d'approvisionnement en matière et en énergie, l'assimilation aboutit à la transformation en matière vivante de la plus grande part de ce que reçoit la cellule, d'où résulte une croissance et une multiplication rapides, ainsi que la production de structures typiques de l'espèce. C'est ce qui se produit pour une bactérie placée dans les conditions optima de développement; c'est également, chez une plante supérieure placée elle aussi dans ces conditions optima, ce qui est réalisé dans les cellules des méristèmes, où afflue en abondance la matière organique et minérale. Dans les deux cas, on peut dire que l'assimilation se fait avec un grand rendement en matière vivante. Dès que l'une ou plusieurs des conditions de vie ne sont plus à l'optimum, l'élaboration de la matière végétale se fait avec un rendement moindre ou même nul en matière vivante; une partie plus importante ou la totalité de ce qui a été reçu, quoique modifiée, travaillée par les réactions anaboliques ou cataboliques, s'accumule sous forme de matière inerte, dans les vacuoles, les plastes ou les membranes; il en résulte une croissance et une multiplication retardées, ou l'arrêt de la croissance et de la multiplication, ainsi que la production de structures différentes du type réalisé dans les conditions de nutrition optima. C'est ce qui se produit pour une bactérie placée dans des conditions de développement plus ou moins éloignées de l'optimum; c'est également, chez une plante supérieure, ce qui est réalisé dans les cellules plus ou moins distantes des méristèmes. Ce sont ces sortes de phénomènes que désigne le terme de différenciation. Il y a là une assimilation à faible rendement ou à rendement nul en matière vivante.

Pour chaque sorte de substance végétale, les formes d'assimilation à faible rendement en matière vivante peuvent varier à l'infini; il y en a autant que de milieux possibles; elles aboutissent aux multiples résultats de la différenciation cellulaire, aux multiples formes de bactéries d'une même espèce, aux multiples formes de cellules constitutives d'une même plante supérieure.

On peut schématiser les résultats obtenus dans l'étude de l'action morphogène comparée du milieu aquatique et du milieu aérien chez une plante supérieure en disant que le premier permet aux cellules nées des méristèmes de conserver une assimilation à grand rendement en matière vivante pendant plus longtemps que le second, d'où une teneur des plantes en composants de la matière vivante (protéides, lipides phosphorés) plus élevée, et une accumulation moindre de matière inerte, de glucides notamment.

Il y a lieu de penser que le développement de ces sortes de recherches où sont étudiées les actions des milieux sur les divers phénomènes métaboliques de l'organisme végétal, ainsi que sur la construction de ses formes, permettra de résoudre bien des problèmes de morphogénèse, de différenciation cellulaire et d'adaptation. Il est surtout souhaitable que soient multipliées les expériences sur une même espèce, que des individus appartenant à une lignée donnée soient soumis à tous les milieux possibles permettant la vie, et que soient déterminées dans chaque cas, à la fois les réactions des diverses parties du métabolisme et les réactions de la morphogénèse.

Si l'on songe à l'extraordinaire variété des possibilités morphogènes de certaines matières végétales, on peut se rendre compte de l'étendue du champ d'expérimentation qui est offert à la recherche dans ce domaine et de l'importance des résultats que l'on est en droit d'attendre d'une telle enquête.

De tout temps les doctrines vitalistes et finalistes ont servi à fournir l'explication de phénomènes sur lesquels la Science n'avait pu encore réunir les connaissances suffisantes pour permettre une interprétation rationnelle. Dans la Phytobiologie d'Aristote, et plus tard dans celle de Césalpin, l'âme végétative est rendue responsable de toute l'activité vitale parce que l'on ne sait rien d'aucune partie de cette activité. « La vie est l'opération même de l'âme, en tant surtout que principe de nutrition ». « La nutrition et la fécondation sont l'œuvre d'un seul et même principe, le principe de la force vitale ». Puis, à mesure que la Science arrache au mystère de la vie quelques-uns de ses secrets, à mesure que lentement est entamé le domaine de l'inconnu, celui du vitalisme se trouve réduit d'autant. Ce sont successivement, Césalpin lui-même qui lui soustrait l'absorption, en l'expliquant par les forces physico-chimiques en œuvre dans la matière inerte, puis Mariotte qui lui enlève les transformations de substances que comporte la nutrition, en les attribuant à des actions chimiques, ensuite Stephen Hales et plus tard aussi Dutrochet, qui lui disputent la conduction des liquides et la transpiration. Avec Ingen Houss et Senebier, c'est le problème capital de l'approvisionnement des végétaux supérieurs en carbone qui se trouve soustrait du domaine de l'inconnu, et par conséquent de celui du principe vital. Avec Duhamel, Pyrame de Candolle, Andrew Knight, c'est celui des directions de croissance, avec Lavoisier, Ingen Houss et De Saussure, celui de la thermogénèse, avec Dutrochet celui des mouvements d'organes, avec Gustave Thuret, celui de la fécondation. Ainsi, à mesure que l'on découvre successivement les véritables causes déterminantes des phénomènes vitaux, à mesure que la part de l'inconnu se trouve peu à peu réduite, le champ d'action du mystérieux principe vital, créé et entretenu par l'imagination d'esprits trop impatients d'explications des choses de la vie, diminue parallèlement.

De nos jours, l'activité des vitalistes se réfugie surtout dans les domaines de la morphogénèse, de l'adaptation, de l'hérédité, et dans celui de la coordination des phénomènes physico-chimiques de la vie, parce que ce sont là des parties de la Phytobiologie où nos connaissances sont demeurées fort restreintes. Toutefois si, pour certains, il est encore possible de penser que la différenciation cellulaire est régie par une force mystérieuse qui dirige le travail vital au mieux des intérêts de l'organisme, que l'évolution des éléments cellulaires s'effectue en vue de satisfaire aux besoins des corps vivants, les faits s'accumulent qui parlent en faveur d'autres explications. Il devient difficile par exemple de croire que chez les végétaux supérieurs la différenciation des vaisseaux ligneux et celle des tubes libériens sont l'œuvre de ce principe mystérieux satisfaisant au besoin qu'ont les organes d'assurer la conduction des liquides minéraux et des liquides organiques, lorsque l'on constate que la différenciation des vaisseaux se fait, dans les sommets végétatifs, aux dépens des files cellulaires qui prolongent vers les méristèmes les vaisseaux déjà différenciés, c'est-à-dire aux dépens d'éléments qui avant que leur différenciation morphologique ait commencé sont déjà nécessairement les voies où circule le flux de liquides minéraux appelés par ces centres actifs de synthèse que constituent les méristèmes; lorsque l'on constate également que la différenciation des tubes libériens se fait, dans ces mêmes sommets végétatifs, aux dépens des files cellulaires qui prolongent vers les méristèmes les tubes libériens déjà différenciés, c'est-à-dire aux dépens d'éléments qui servent déjà de voie de conduction aux liquides organiques appelés par les méristèmes. Il apparaît clairement que la différenciation des files cellulaires en vaisseaux est provoquée par la circulation même du flux minéral dont la cause déterminante est l'activité du méristème, et que la différenciation des files cellulaires en tubes criblés est déclenchée par la circulation du flux organique provoquée par la même cause. Et cette interprétation s'impose avec force lorsque l'on prend connaissance de certains faits fournis par l'expérimentation; lorsque l'on constate qu'il suffit de diminuer ou d'augmenter la masse des liquides minéraux circulants pour voir diminuer ou augmenter dans les axes le nombre des files cellulaires se différenciant en vaisseaux (expériences de J. Costantin sur l'action du milieu aquatique, de P. Eberhardt sur l'action de l'air sec), qu'il suffit de diminuer ou d'augmenter la quantité des substances organiques circulantes, pour voir diminuer ou augmenter le nombre des files cellulaires se différenciant en tubes criblés (expériences de Molliard sur l'action des milieux sucrés).

Nous savons maintenant diriger la morphogénèse végétale à notre volonté. « Toutes les cellules, a écrit Molliard, quel que soit leur devenir dans les conditions normales, peuvent être transfor-

mées, à condition qu'elles soient encore assez jeunes, et par suite indifférenciées ». Lui-même nous a appris comment on peut à volonté obliger telle cellule à se différencier en tube libérien au lieu de produire un élément de parenchyme, ou au contraire à évoluer en élément de parenchyme au lieu de former une fibre ou un grain de pollen; comment on peut prolonger ou réduire le fonctionnement des tissus générateurs, modeler la forme extérieure, accentuant ou supprimant les découpures des feuilles, provoquer ou rendre impossibles la floraison, la tubérisation des organes, transformer les étamines en carpelles ou inversement. G. Bonnier, K. Goebel, Klebs et leurs élèves ont fait connaître de nombreux autres faits mettant en évidence les extraordinaires possibilités morphogènes de la matière végétale.

De grandes chances nous sont offertes de pénétrer plus avant dans une partie demeurée très mystérieuse de l'inconnu biologique. Il s'agit de reprendre l'étude de tous ces cas de variations de structures obtenues par l'action de milieux divers, et de suivre au cours de la construction progressive des corps végétaux, et des déviations que leur imposent les différents milieux, à la fois le fonctionnement métabolique des tissus et leur fonctionnement morphogène. Il s'agit en somme d'appliquer la méthode d'étude biologique telle que la concevait Félix Le Dantec, de reprendre l'étude de chaque cas en employant concurremment les techniques de la Physiologie et celles de la Morphologie: « On peut être tenté, écrivait Le Dantec, suivant son tempérament, d'étudier séparément, soit la manière dont sont construits les êtres au moment où on les regarde, soit au contraire la manière dont ces êtres se comportent, agissent, dans les conditions où on les observe.... Mais ni dans l'un ni dans l'autre cas, on n'est un biologiste, parce que l'on étudie une partie volontairement restreinte des phénomènes vitaux.... C'est d'une étude d'ensemble que l'on peut tirer la connaissance des lois de la vie... L'évolution morphologique n'est pas séparable du fonctionnement physiologique; en d'autres termes, il y a une *histoire unique* de l'individu, qui comprend à la fois toute sa morphologie et toute sa physiologie ».

Paris, Sorbonne, Faculté des Sciences.

RAOUL COMBES

PROTEIN NUTRITION

The importance of protein in nutrition rests not only upon its preponderance as a constituent of protoplasma but also upon its function of providing precursors for many of the enzymes, hormones, anti-bodies, and cellular constituents regulating cellular functions. The requirements for protein can be best measured and expressed in terms of expenditures of nitrogen in the endogenous catabolism and of the synthesis of nitrogenous compounds in the elaboration of new tissues and secretions. From the requirements thus expressed, composited to fit individual cases, the requirements of digestible dietary protein may be computed by the use of the appropriate biological values. These values express the nutritive diversity existing among the proteins of different food materials and vary with the proportion of protein in the diet. They also may differ with different species of animals and may be modified in either direction if the food is subjected to heat. When foods are combined into diets, the biological value of the combined proteins may be raised by the existence of supplementary relations among them. When the current recommendations for the protein nutrition of children are compared with requirements estimated in the above rational basis, certain discrepancies appear suggesting further research problems.

The importance of protein as a structural element in the body is clear from the fact that about 80 percent of the non-acqueous matter of protoplasm is protein in nature, while much of the remainder is derived from tissue or from dietary protein. Furthermore the matrix of the intercellular substance of connective tissue, tendon, membranes, cartilage and bone is a protein material, while the secretions of the mammary gland, milk, and of the oviduct, the egg, in birds and reptiles contain large proportions of this class of nutrients.

But the physiological importance of protein is not dependent upon its quantitative occurrence in the body and its secretions, nor restricted to the structural function. Proteins, or their derivatives, are intimately involved in catalyzing essential metabolic and digestive reactions, in stimulating or inhibiting cellular and tissue functions, and in protecting the organism against invasion by foreign organisms and alien matter. In so far as the chemical constitution of the enzymes has been revealed, they have been found to be proteins. The hydrolytic enzymes urease, pepsin, trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidase, amylase, and others have been thus definitely characterized, and it is perhaps significant that their hydrolytic activity in all cases seems to be a property of the protein molecule itself, not of a prosthetic group incorporated in the molecule but itself of non-protein nature and origin. In all probability the intra-cellular hydrolytic enzymes of the tissues are also proteins, and the same may be true of enzymes in general. Warburg's respiratory ferment, an oxidative catalyst, is also a protein, but unlike the hydrolytic enzymes, it is a conjugated, not a simple, protein, containing a prosthetic group that may be largely or entirely respon-

sible for its specific catalytic nature. The enzyme catalase has also been identified as a conjugated protein.

In the field of chemical defense against foreign invasion, the proteins are of supreme importance, both in the role of defenders and of invaders. The role of proteins as toxins, antitoxins, antigens, anti-bodies and the like is well-known although far from complete solution. Among the filterable viruses the bacteriophage of d'He relle, possessing the remarkable property of dissolving bacteria, is probably according to recent studies a nucleo-protein of an enormously large molecular weight, about 300 million. The property of bacteriophage, in common with other viruses, of increasing in the presence of living cells is not evidence that it is itself a living organism, since it is seemingly quite analogous to the auto-catalytic production of enzymes from inert cell constituents.

Many proteins, protein derivatives and amino acid derivatives are to be found among the hormones, that important class of tissue products concerned with the regulation of metabolism. Epinephrine (adrenalin, adrenine) and thyroxine are derivatives of phenylalanine or tyrosine. Insulin is a well-defined simple protein, while parathormone and secretion seem to be of protein or polypeptide-like structure. All of the hormones of the pituitary body seem to be of complex protein structure, including in the anterior lobe, the follicle-stimulating hormone, the thyreotropic hormone, prolactin, and the growth hormone, and in the posterior lobe, pitressin, pitocin, and the melanophore principle.

The proper functioning of the autonomic nervous system is also dependent upon amino-acid derivatives, which in turn are derived from protein. At the junction of autonomic nerve fibers with the smooth muscle cells or the glandular cells that they serve, a chemical mediator is produced which by union with a hypothetical substance existing in the innervated cell produces excitation or inhibition of cellular function. For most sympathetic nerve fibers the chemical mediator, called sympathin, is a catechol derivative similar to, if not identical with, epinephrine. For parasympathetic fibers, as well as some of the sympathetic fibers, the chemical mediator is acetyl-choline. Studies of Cannon and his associates indicate that sympathin, at least, is of hormone nature, since it may be picked up by the blood stream and produce its characteristic effects on organs capable of giving the appropriate response.

The nitrogenous extractives of the tissues, including creatine, carnosine, glutathione, purine derivatives and many other substances, must in the last analysis be derivatives of amino acids. Their functions are undoubtedly important since their concentrations in the tissues are regulated within narrow limits. The functions of some are in part known.

From this brief summary, the functions of protein in the body are clearly of the greatest importance. And of equal significance is the fact that this intricate and diverse pattern of structural and regulatory material, all originating from protein molecules, is undergoing continual destruction, probably at widely varying rates depending upon the intensity of the catabolic reactions to which the various components of the pattern are exposed. This continual and remarkably constant erosion of the nitrogenous constituents of the tissues is the « endogenous catabolism » of Folin.

The peculiar function of dietary protein is, in the first place, to replenish the losses thus incurred, and to maintain the nitrogenous integrity of the tissues, and, in the second place, to provide material, structural and functional, for the construction of new tissues in growth. While the other dietary constituents, carbohydrates, fats, minerals and vitamins, may modify the need for dietary protein or the extent to which dietary protein is assimilated, they cannot substitute for dietary protein in serving these important functions. They do contribute with dietary protein to the formation of new tissue and of glandular secretions, such as milk and eggs.

The maintenance of the nitrogenous integrity of the tissues is a function persisting throughout life, as contrasted with growth, limited to the early years of the life cycle, and the sex functions, only intermittently exercised. The dietary protein required for maintenance is quite obviously determined and measured by the endogenous losses of nitrogen per day in the urine, observed on a diet containing no nitrogenous material but otherwise complete in its balance of nutrients and consumed in amounts adequate to cover the requirements for energy. These losses of nitrogen represent an expense of body supplies that must be replenished if health and life are to be preserved. They are not increased by muscular activity if the diet contains sufficient of the non-protein organic nutrients to cover the energy demands at all times.

It seems just as obvious that the dietary protein required for growth is measured by the nitrogen content of the daily increments of tissue added to the body during immaturity, while the intermittent requirements for protein in pregnancy, lactation and egg production are measured by the daily increments of nitrogen deposited in the gravid uterus, or secreted by the mammary gland and the oviduct in the elaboration of milk and eggs.

The protein requirements for maintenance will vary, not with the body weight of the subject, but with the body surface, bearing, in the adult at least, a very constant relationship to the basal heat production (basal metabolism), such that 2 milligrams of endogenous nitrogen are lost from the body per calorie of basal heat. This relationship seems to hold between species varying in size from the

mouse to the pig, as well as within species. The protein requirements of growth, superimposed upon those for maintenance, will vary with the rate of growth, the rate of gestational anabolism and the rate of milk production or egg production. In estimating specific requirements, maximal functional rates should be considered, so that the diets and rations ultimately deduced will be adequate in protein in the sense of full sufficiency, not in the Sherman sense of bare sufficiency.

The protein requirements of animals obtained in this analytical or factorial fashion are in terms of net protein. If thought of in terms of dietary protein they would refer only to a type of protein that is completely digestible and completely utilizable in metabolism, that is, a type of dietary protein with a digestibility of 100 percent and a biological value of 100 at the level of dietary protein concentration just sufficient to cover the full requirements of the animal under consideration. But this would be an unusual type of diet, if it would be realizable at all, since dietary proteins are not in most cases assimilated without wastage. The best of proteins may suffer a 5 to 10 percent wastage during digestion and a 10 to 20 percent wastage in metabolism, while many goods of acceptable quality in human and animal nutrition will suffer protein losses up to 50 percent in metabolism.

Thus, the nutritive diversity existing among food proteins becomes an important field of study for any scientific and systematic appraisal of the protein nutrition of man and animals. A large volume of published data on the biological values of proteins has appeared in response to this demand. This information has been obtained largely with that exhaustively studied and well documented animal, the albino rat; to a much less extent with the pig and the sheep; to only a slight extent with human subjects; and hardly at all with chickens and rabbits. However, in so far as direct comparison is possible, differences between species in the metabolic utilization of dietary protein have not been prominent, and the tendency has been to minimize the importance of those differences, occasionally considerable, that have been observed, and to apply, for example to the human species, the biological values secured with rats. Such a practise is defensible mainly on the grounds that the published records of experiments on human subjects are so few and so discordant that it is impossible to be sure that the rodent is different from the human in this respect. A continuation of the practise may lead to an increasing sense of security in its accuracy, and thus unwarrantably discourage direct experimental work on man.

The large volume of published biological values of protein from different food sources, measuring the percentages of the digested and absorbed protein that are retained by the body for its various

uses under the experimental conditions employed, may be studied with profit only if discrimination is used in the selection of comparable values. One is impressed by the fact that the values exhibited by growing rats present an uninterrupted series from 95 to as low as 35 or 40. While the proteins of animal foods generally top the list, they are not clearly separated from the proteins of vegetable foods, as is frequently assumed in current writings. A number of vegetable proteins are very nearly as good as some of the best animal proteins and better than some others.

The combined proteins of the hen's egg possess the highest biological value yet observed, averaging about 93, with the proteins of raw milk a close second at a value of 90. Meat proteins are quite variable in value, apparently in response to a variation in the content of connective tissue, the proteins of which are very poorly utilized in metabolism. Pork tenderloin, beef round, liver, heart and kidney contain proteins with biological values ranging from 80 to 75. A fibrous cut of veal, however, rated only at 62, while a cut of meat taken from the lower round of a bull carcass displayed a value of but 56, not appreciably higher than that of patent white flour proteins.

The proteins of the unmilled cereal seeds have given biological values ranging downward from 75 to 55 in about the following order: rice, wheat, oats, barley, maize, millet and kaoliang. The proteins of the different parts of the seed possess different values in nutrition, illustrated in the case of wheat by biological values of 67 for the whole kernel and 52 for the endosperm proteins contained in white flour.]

The proteins of nuts, which are often referred to as meat substitutes, are, in the main, neither as digestible nor as available after digestion as the proteins of the better quality of meats. The digestibility of pecan proteins is only 71 percent, compared with practically complete digestibility of meat proteins; for English walnuts the digestibility of the protein is also low, being 84 percent, while the filbert, almond, Brazil nut, cashew nut and peanut proteins are digestible to better than 92 percent. The biological values of these nut proteins are all low, ranging from 60 to 50 percent, with the exception of the cashew nut, possessing a value of 72.

On the basis of the biological values of their proteins, foods may be looked upon as of high, intermediate or low protein quality, but on combining foods into diets certain adjustments may occur. If the amino acid deficiencies of one food are corrected by those of another, the combination will possess a higher value than would otherwise be predicted. These supplementary relations are most in evidence when meat or milk proteins are combined with cereal proteins, the combination approaching in biological value that of

the animal protein itself, and in the case of meat and white flour, equalling meat protein. The common provision in dietary standards that a certain proportion, generally 40 percent at least, of the protein intake be from animal sources can be amply justified on the basis of the marked supplementary action between animal and cereal proteins, by which the value of the latter is greatly enhanced, particularly if the animal protein be meat. The practical effect of combining foods into diets, when this is done in a judicious way, is thus to narrow the range of protein quality by enhancing the value of the poorer foods.

The studies on protein quality thus far reviewed relate to foods in the raw, uncooked condition. The preparation of human foods for the table generally involves the use of heat, a treatment that has some effect upon the nutritive value of the contained proteins. But whether the effect will be large or small, or whether it will impair or enhance the nutritive value of the protein of a certain source, is quite unpredictable. The proteins of milk are extremely sensitive to heat, the biological value being definitely depressed by sterilization temperatures and the desiccation temperatures employed in the commercial drying of milk. Raw beef is susceptible to the temperature of boiling water, suffering a loss of about 10 percent in biological value. On the other hand, the high resistance of nut proteins to heat is notable. Peanuts may be roasted at 400° to 450° F. for 30 to 35 minutes with no appreciable loss of protein value. And finally among the bean family, the effect of heating is to improve the nutritive value of the proteins, either by a marked improvement in the digestibility of the protein, as in the navy bean and the velvet bean, or by a marked improvement in biological value associated with only a slight improvement in digestibility, as in the case of the soybean.

The information thus briefly reviewed on the value of foods as sources of protein to the animal body, permits the conversion of estimates of protein requirements into terms of dietary protein. If the net requirement of protein by an adult man as measured by his endogenous losses of nitrogen is 20 grams daily, and his dietary protein is 90 percent digestible and possesses a biological value of 50, his need for dietary protein would be $(20 \div .9) \div .5 = 44.4$ grams daily. Or if a 70 pound Shropshire ewe lamb demands 12.6 grams of protein for maintenance and deposits 20.2 grams daily in her growing tissues, it would require 54.7 grams of digestible protein of a biological value of 60, by the same sort of a calculation, i.e., $(12.6 + 20.2) \div .6 = 54.7$. The picture of protein nutrition is thus completed and its usefulness limited only by the accuracy of the basic data and the random error of prediction.

Of course, in practical nutrition it is unwise, unless the economic

pressure is great, to feed either herds of farm animals or human populations on amounts of protein just equal to the estimates of minimal needs. The accuracy of nutritional data, the constancy of animal functioning and the constancy in the composition of food products is not such that predictions of nutritive needs can be made with any such high degree of assurance. Whether the likely error of prediction is 10 or 20 percent or of a higher order still cannot be decided on available information, but that a margin of safety should be imposed, all competent nutritionists will agree.

But another conception operating in the formulation of dietary standards and recommendations is less easily justified, the conception of an optimum nutrition above what has been found to be adequate. When all the demonstrable demands of the body for protein are satisfied, this conception postulates a further improvement in nutritive condition by raising the protein intake, an improvement in health, vigor, resistance to disease and longevity. The conception cannot be justified by a critical appraisal of existing information, nor can it be disproved in the same light. The citation of statistics of the food habits of human populations and of their intellectual, physical and cultural achievements in an attempt to prove that high-protein diets are associated with the greatest advancement in these respects constitutes a most flimsy argument, albeit one frequently called upon, in the support of a hypothetical optimum nutrition. In a recent review on the protein requirements of man Leitch and Duckworth admit that « in these observations the protein intake is only one of many factors which vary together, and it is impossible to attribute the differences to protein alone ». Intellectual candor would lead to the ultimate admission that since so many factors vary together it is impossible to say that any one of them, even the protein intake, is in any way concerned with the phenomena under consideration. But regardless of the logic of the situation, the reviewers continue: « It is significant, however, that in no case does superior health appear to be correlated with a low protein intake. Observations of this type, representing as they do the effects of diets continued over generations, must be given due weight against short period experimental tests ». Unfortunately for such an argument, the nutritive content of foods was ordained without reference to human nutritive requirements, with the result that, unless discriminating judgment is exercised in the selection of foods, it may be impossible to approximate a low required intake of protein without lowering the intake of one or more of the vitamins or minerals to dangerous levels. Thus, the deleterious effect of a low-protein diet may bear no relation to the amount or quality of protein consumed.

As the protein intake is raised above the requirements the

body accumulates in its tissues in some unknown form a reservoir of nitrogenous material, often called « deposit protein ». The level of this reservoir rises and falls with the amount of protein consumed in excess of that needed to replace endogenous losses and to provide for the elaboration of new tissues. This store of « unorganized » protein or protein-derived material may be drawn upon, as Whipple and his associates have proved, to meet emergencies such as a sudden loss of blood, requiring a rapid regeneration of hemoglobin and plasma proteins, but a simultaneous increase in the consumption of the proper type of dietary protein would be even more effective. Only when it can be shown that deposit protein by its mere presence in the tissues is enhancing and envigorating bodily functions that otherwise would proceed at a suboptimal rate, and that such favorable effects are not offset by compensating unfavorable effects, can the existence of an optimal state of nutrition, above a truly adequate state, be established.

In a searching analysis of the protein needs of man, Terroine in a recent (1936) number of the Quarterly Bulletin of the Health Organization of the League of Nations, concludes that « In man, the need of protein is always very small: expenditure on body maintenance is slight, for it certainly, does not exceed 3 grammes of nitrogen i.e., 18.75 grammes of protein per diem in a person of 70 kilogrammes body-weight; growth is extremely slow and corresponds to the daily storing-up of an average of 1.6 grammes of protein; gestation calls for daily new formation of 2.3 grammes; lactation for the production of 16 grammes ».

Although these low estimates may be presented with more assurance than the information at hand would warrant, it would seem that they are not greatly in error. The corresponding amounts of dietary protein should not be much more than twice these values, but current dietary standards are much further removed from Terroine's estimates than this, and the great gulf between them needs experimental elucidation. For example, a child one to three years old is said to require 3.5 grams of protein per kilogram of body weight, and from three to five years, 3.0 grams per kilogram. It has been shown that children of these ages may be maintained in nitrogen equilibrium, or even store nitrogen, on 0.5 to 1.0 gram of protein per kilogram of weight, so that, of the amount recommended, 2 to 3 grams per kilogram would be available for growth. But, except for the first few months of life, the human infant grows at the rate of only 2 to 1 grams daily per kilogram of weight up to one year of age, from 1 to 0.5 gram up to three years and from 0.5 to 0.2 gram up to five years. These increments in weight would contain no more than 20 percent of protein, and for the age interval under consideration would represent increments in tissue protein of only

0.4 down to 0.04 gram of protein per kilogram of body weight. The current allowance of 2 to 3 grams for this purpose is either grossly in error or implies an extremely poor utilization by the child of its dietary protein. Is it not possible that such high intakes of protein have been found advantageous in child feeding, not because so much protein is needed, but because high protein foods are in general important carriers of minerals or vitamins or both, and the need of these nutrients, rather than that of protein, has raised the apparent protein requirements to fictitiously high levels.

Urbana, University of Illinois.

H. H. MITCHELL

LES CARACTÈRES FONDAMENTAUX DE LA CIVILISATION D'ASSUR ET DE BABYLONE ET LES DÉCOUVERTES RÉCENTES

Parmi les données nouvelles sur l'Asie Occidentale ancienne qu'on doit aux fouilles de ces dernières années, il en est deux à mettre particulièrement en lumière: 1. - L'importance, à côté de l'élément sémitique, de l'élément indo-européen comme facteur de civilisation; cet élément apparaît dès la fin du IIIe millénaire en Asie Mineure, dès le début du IIe en Mésopotamie; l'importance aussi d'un élément qui paraît autochtone, ou du moins le plus anciennement reconnu sur place, l'élément asianique (ni sémite, ni, sans doute, indo-européen). 2. - La connaissance de la civilisation qui a précédé l'histoire et à laquelle a participé toute l'Asie Occidentale, civilisation qui a duré pendant tout le IVe millénaire; elle est caractérisée par le passage de l'outillage d'os, puis de pierre, à l'outillage de métal (cuivre), l'invention de l'architecture et des monuments figurés, l'invention de l'écriture, ces derniers progrès datant de la fin du millénaire et précédant de peu l'époque historique.

L'Assyriologie, à qui nous devons la connaissance réelle de l'Asie Occidentale ancienne, date à peu près du milieu du siècle dernier. Au cours des *cent* ans qui se sont écoulés depuis lors, certaines découvertes ont plusieurs fois élargi ou renouvelé les notions relatives à l'Asie Antérieure; je retiendrai ici celles qui ont trait au rôle des Asianiques, des Indo-Européens et à la période de civilisation qui précède l'histoire.

Les fouilles de Botta (1842) et de ses successeurs, en Assyrie, ont mis l'archéologue en présence de la civilisation assyrienne du Ier millénaire avant notre ère, dont l'apogée est marqué par la dynastie des Sargonides. Durant la première moitié de ce millénaire, l'empire assyrien couvre ses capitales Kalah et Ninive de palais; ses frontières s'étendent jusqu'à l'Iran à l'Est, jusqu'au Taurus et à la Méditerranée à l'Ouest; des campagnes heureuses lui permettent temporairement d'atteindre Thèbes, en Égypte. Les monuments assyriens représentent des profils de type sémitique et la majeure partie de la bibliothèque réunie à Ninive par Assurbanipal (VIIe siècle av. J.-C.), reflet de la science du temps, est rédigée en Assyrien, c'est-à-dire en langue sémitique. La variété des sujets qu'elle aborde témoigne d'une civilisation très développée, en possession de mythes, de traditions historiques, d'un long passé. La révolte des Babyloniens ayant comme auxiliaires les Mèdes (612), la chute en 538, de l'empire Néo-Babylonien qui avait recueilli l'héritage assyrien, sous les coups des Perses émancipés de la tutelle des Mèdes, avaient montré l'intrusion soudaine de ces deux éléments Mèdes et Perses, dans la vie de l'Orient ancien, le remplacement des Sémites par les Indo-Européens. Mais les découvertes ultérieures devaient

prouver qu'à côté de ce déplacement brutal de la race dominante, de nombreuses infiltrations, de nombreuses mainmises des Indo-Européens en Asie Antérieure au cours des siècles, avaient fait de cet élément envahisseur un facteur de premier ordre, dans l'histoire politique de l'Asie. On constatait en même temps sur toute l'aire envisagée, la présence d'un autre élément qu'on appelle asianique, largement disséminé de la Méditerranée et du Taurus au Zagros, dont la langue est du type agglutinatif et dont les représentations sur les monuments, sont caractérisées par un front fuyant et un occiput aplati.

La découverte d'écrits en Sumérien dans la bibliothèque d'Assurbanipal et sur différents sites, celle de monuments d'art sumérien, dans les fouilles de Sarzec à Tello en 1877, ont conduit à admettre, non sans résistance, l'antériorité de la civilisation sumérienne en Mésopotamie; à cette école se sont mis les Sémites, adoptant l'écriture sumérienne, gardant la langue de Sumer pour la liturgie. Les Sumériens dont on peut ainsi contrôler la présence jusqu'à l'aurore de l'histoire, restent encore insuffisamment définis; il est certain qu'ils ne sont pas des Sémites; le nombre des langages auxquels on a comparé le leur montre l'incertitude qui règne sur la question; [1] on a proposé de rattacher les Sumériens aux Indo-Européens. [2] Leur langage, le type reproduit par les monuments, tendraient à en faire une vague très ancienne d'Asianiques. Mais au cours de la lutte pour l'hégémonie que se livrent Sumériens et Sémites pendant le troisième millénaire, les deux antagonistes ne sont pas seuls en présence; de nouveaux éléments entrent en scène. La première monarchie sémitique contrôlable est celle des Agadéens en Mésopotamie; ses souverains, Sargon l'Ancien (fin du XXVIII^e^ siècle), Naram-Sin (XXVII^e^ siècle), doivent faire face à des révoltes de diverses parties de leur empire, secourues par des coalitions étrangères. Les noms des conjurés appartiennent à l'onomastique asianique et certaines entités politiques, les Hittites par exemple, y apparaissent déjà constituées. [3] Asianiques aussi les Guti, montagnards du Zagros sans culture, qui dévastent en partie la Mésopotamie à la fin de la dynastie des Agadéens et s'y maintiennent pendant plus de cent ans.

Dans les documents de la III^e^ dynastie d'Ur (XXIV^e^ siècle), dernière manifestation de la puissance sumérienne, bien que certains de ses monarques portent déjà des noms sémitiques, nombre de contractants sont des Asianiques. [4] A la fin du millénaire, lorsque

[1] P. RIVET, *Sumérien et Océanien.* Paris, 1929. — W. WANGER, *Comparative Lexical Study of Sumerian and NTU* (« *Bantu* »). Stuttgart, 1935.

[2] C. AUTRAN, *Sumérien et Indo-Européen.* Paris, 1925.

[3] B. HROZNY, *Naram-Sin et ses ennemis d'après un texte hittite; Archiv Orientalny*, I (1929), p. 65 et suiv.

[4] F. THUREAU-DANGIN, *Tablette de Samarra:* « Revue d'Assyriologie », IX (1912), p. 1-4.

l'Assyrie est assez puissante pour installer une colonie des siens en Cappadoce près de Césarée, c'est au milieu d'Asianiques, les Proto-Hittites, que les marchands sémites sont installés. Lors des démêlés de l'Assyrie avec les monarchies d'Isin et de Larsa que supplantera la Ie dynastie babylonienne, vers 2000, les Proto-Hittites expulsent les Assyriens. Ces Proto-Hittites passent sous l'autorité d'Indo-Européens installés au cours du IIIe millénaire en Asie Mineure, et l'empire Hittite ainsi formé se rue à la conquête de la plaine; il prend Karkémish; il saccage Babylone (vers 1800);[1] pendant tout le IIe millénaire l'empire hittite indo-européen sera une puissance politique; il tiendra tête à l'Égypte dans le couloir de Syrie et ne disparaîtra qu'au début du XIIe siècle lors de l'invasion des Peuples de la Mer.

En Mésopotamie, au cours du IIe millénaire, la situation est identique. Les Kassites, Asianiques descendus des monts Zagros, conquièrent la Babylonie, mais les noms de certains de leurs rois et de quelques-uns de leurs dieux les montrent teintés d'aryanisme; une aristocratie dirigeante semble les inspirer; de même chez les Hurri venus aussi à la faveur de cet ébranlement général des peuples, au début du IIe millénaire, et qui s'installent en Haute-Syrie. Ces Hurri, qui fonderont l'empire du Mitanni ont une force d'expansion extraordinaire. Sous la conduite d'une aristocratie aryenne (noms de divinités: Indra, Mitra; de rois: Artatama, Artashumara; de la classe dirigeante: les *marianu*), ces Hurri domineront pendant un temps l'Assyrie; les noms propres de leur langue, leur céramique, leur glyptique se retrouveront sur la côte syrienne jusqu'en Palestine; et s'il ne faut pas surestimer leur rôle dans l'invasion des Hyksos en Égypte, il est impossible de les exclure du mouvement au profit des seuls Cananéens. Le plan carré des villes hurri se retrouve à Qatna-Mishrifé, en Syrie, dans le Delta à Tell-Yaoudieh.[2]

N'est-il pas curieux de constater qu'au cours de 3.000 ans d'histoire, la Mésopotamie n'a que rarement été dirigée par des dynasties sémitiques (époques d'Agadé, de la Première dynastie babylonienne, empire assyrien)? La sémitisation du pays paraît donc attribuable à l'influence des éléments sémites infiltrés partout et à l'énorme supériorité du moyen d'expression, la langue sémitique (l'Akkadien), par rapport aux parlers asianiques.

Une deuxième conséquence et non des moindres, des découvertes de ces dernières années est la lumière projetée sur la période qui précède le début de l'histoire en Mésopotamie. La révision de la chronologie dite longue, qui prévalait au début des études orientales avait abouti à rejeter au commencement du IIIe millénaire l'aurore de la période historique. Des fouilles heureuses au Sud, puis au

[1] P. DHORME, *La plus ancienne histoire d'Alep:* « Syria », VIII (1927), p. 34 et suiv.
[2] G. CONTENAU, *La Civilisation des Hittites et des Mitanniens.* Paris, 1935, p. 121.

Nord de la Mésopotamie, ont fait connaître une période précédente au cours de laquelle la civilisation s'est constituée, et cette période n'est sans doute pas de durée inférieure à un millénaire. Les fouilles pratiquées par MM. Hall et Woolley à Tell-el-Obeid [1] près du site d'Ur, ont retrouvé, en contact avec le sol vierge, une civilisation (par conséquent la plus ancienne pour le lieu envisagé) qui ignore le métal, emploie des outils en os, pierre, puis obsidienne, qui enterre ses morts couchés sur le dos et les entoure de provisions, preuve d'une croyance en une vie d'outre-tombe. Le trait particulier de cette civilisation est l'usage d'une céramique peinte d'une seule couleur, à décor naturaliste et géométrique, à pâte assez fine. La recherche systématique du sol vierge a permis de retrouver cette civilisation non seulement en Mésopotamie mais en Syrie à l'Ouest, et à l'Est jusqu'au Baluchistan et en Afghanistan, en y englobant tout le plateau iranien. La seule différence est que le territoire répondant plus tard à l'Assyrie connaît pendant une partie de ce temps une céramique polychrome. [2] Cette période de civilisation dut être longue car la couche de ses débris est partout considérable, et deux événements importants en sont contemporains: l'apparition du métal, le cuivre, en même temps que, sous l'influence d'envahisseurs, les modes de sépulture subissent un changement radical: les morts sont dorénavant enterrés, couchés sur le côté, les jambes légèrement fléchies; une main est ramenée vers la bouche pour soutenir un récipient contenant de la boisson ou de la nourriture. Un tel changement ne peut s'expliquer que par l'intrusion de nouveaux éléments, assez forts pour changer les coutumes des anciens habitants. Un peu plus tard, les grands progrès qui ont fait l'humanité ce qu'elle est, apparaissent: l'architecture, la sculpture et l'écriture. Aux huttes en roseaux recouvertes de boue séchée succèdent des murailles en briques crues ornées de cônes en terre cuite à tête colorée qui y sont fichés; cette architecture connaît la colonne de même matière, libre ou demi-engagée dans la muraille. La sculpture est liée à la glyptique, c'est-à-dire à l'existence des cachets; ceux-ci sont tout d'abord une simple marque personnelle qu'on appose un peu comme nos scellés pour indiquer la possession d'un objet. Or ces sceaux en forme de cylindres qu'on roule sur la terre fraîche qui reçoit les signes d'écriture, et sur lesquels sont des représentations de bâtiments, d'hommes, d'animaux, se distinguent par leur réalisme et leur perfection. Les animaux, notamment, d'un style large, puissant, sont d'une souplesse et d'une force admirables. L'écriture enfin, comme toutes les écritures primitives, est la simple représentation des objets; c'est à force d'être répétés sur la terre de la tablette

[1] H. R. Hall et C. L. Woolley, *Ur Excavations I, Al-Ubaid*. Londres, 1927.
[2] M. E. L. Mallowan et J. Cruikshank Rose, *Prehistoric Assyria. The Excavations at Tall-Arpachiyah 1933*. Londres, 1935.

que ces images se sont déformées au point de devenir des signes cunéiformes.

Nous atteignons ainsi les premiers monuments à écriture lisible qui ont conservé des noms historiques. Les listes dynastiques compilées par les scribes mésopotamiens divisent les événements en période avant le déluge (période mythique se souvenant d'une des inondations violentes, dont souffre irrégulièrement la Mésopotamie), et période après le déluge. Dans les listes, peu de dynasties comblent le vide laissé entre le déluge et le début de l'histoire; elles répondent à la période que nous venons de décrire où une véritable civilisation s'est développée, et seules peuvent entrer en ligne de compte.

Or il est possible de préciser un peu la fin de la période dite d'Obeid (à laquelle appartient la céramique de Suse monochrome qui a été si longtemps la seule céramique peinte connue en Asie Antérieure). Sur un point de la Mésopotamie du Sud, à Warka, l'acienne Uruk, un notable changement de la céramique accompagne l'apparition de l'architecture, de la sculpture et de l'écriture; la céramique cesse d'être peinte pour être recouverte d'engobe ou d'un décor incisé. [1]

La période de perfectionnement qui suit et qui touche à l'histoire a été reconnue sur un autre site, à Djemdet-Nasr près de l'ancienne Kish (voisine elle-même de Babylone); [2] les progrès y sont associés à la présence d'une céramique soit analogue à la précédente, soit peinte de quelques traits simples ou d'un décor polychrome, tandis que les formes deviennent moins élégantes et la pâte plus lourde. Ces deux périodes dites d'Uruk et de Djemdet-Nasr se rencontrent très inégalement (surtout la seconde), en Asie Occidentale alors que la céramique d'Obeid persiste à peu près partout. Si, comme il paraît évident, les progrès que constituent l'architecture, la sculpture, l'écriture, ont été apportés à Warka en même temps que la céramique dite d'Uruk, sur la presque totalité du territoire envisagé ces progrès ont été adoptés sans la céramique d'Uruk, qui n'apparaît en bien des points que comme un article d'importation.

On peut donc reconnaître aujourd'hui sur toute l'aire que nous étudions une période d'environ un millénaire, le IV^e^, caractérisé par une même civilisation à développement uniforme (sauf pour la céramique dont l'évolution est moins homogène), et dont la dernière période est décisive pour l'évolution du progrès.

La Mésopotamie n'a pas bénéficié seule de ces découvertes. Les archéologues avaient été frappés depuis longtemps des ressemblances de certains monuments appartenant à l'art prédynastique égyptien ou au début de l'art thinite (les palettes, le couteau de

[1] *Vorläufiger Bericht (I-VII) über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen.* Berlin, depuis 1930.

[2] E. MACKAY, *Report on Excavations at Jemdet-Nasr, Iraq.* Chicago, 1931.

Djebel-el-Arak par exemple), avec certains monuments mésopotamiens. [1]

Or de la période d'Uruk et de celle de Djemdet-Nasr datent des monuments dont les représentations sont tout à fait proches de celles des monuments égyptiens. Si l'on assigne au début des Thinites la date d'environ 3.200, généralement acceptée par la plupart des égyptologues, on dispose d'un jalon ferme pour la datation de la période d'Uruk puis de celle de Djemdet-Nasr, qui font place, vers l'an 3000, au début de la période historique en Mésopotamie.

Là encore, les fouilles ont eu pour conséquence un renouveau de nos connaissances; ces nouvelles notions sont d'autant plus précieuses qu'elles affirment la solidarité, à leur début, des deux grandes civilisations antiques, celle de l'Égypte, celle de la Mésopotamie.

Paris, Louvre, Antiquités orientales.

G. CONTENAU.

[1] L. HEUZEY, *Égypte ou Chaldée; Origines Orientales de l'art.* Paris, 1891-1915, p. 345. — G. BÉNÉDITE, *Le Couteau de Gébel-el-Arak; Monuments Piot*, XXII, (1916). — Cf. G. CONTENAU, *La chronologie en Asie Occidentale ancienne et le couteau de Gebel-el-Arak;* « Revue d'Assyriologie », XXIX (1932), p. 31. — *A propos d'un cylindre de la Collection Newell, le couteau de Gebel-el-Arak; Ibid.*, XXXII (1935), p. 152.

DIE VÖLKER AFRIKAS HEUTE UND MORGEN

Die Neger Afrikas gehören durch Umwelt und Geschichte zu den zurückgebliebenen Gliedern der Menschheit. Das soziale Ideal in der voreuropäischen Zeit war ein enges Zusammenleben innerhalb der naturgewachsenen Gemeinschaft und Abschliessung gegen die Aussenwelt. In der wirtschaftlichen Produktion beschränkte man sich auf das Notwendige, im religiösen Leben standen im Mittelpunkt die Verehrung der Ahnen, die die Ewigkeit der Sippe garantierten, und der Glaube an magische Kräfte, die dem Menschen zur Verfügung stehen. Dies enge, aber geschützte Dasein wird durch den Weissen zerstört, zunächst wirtschaftlich, dann aber auch politisch, sozial und religiös. In Siedlungsgebieten der Weissen gerät der Neger in fast hoffnungslose Abhängigkeit, so in Südafrika. In rein tropischen Gebieten bleibt er Landeigentümer und kann zu wirtschaftlicher Selbständigkeit auch unter europäischem Wettbewerb gelangen. Das Mittel zur Selbstbehauptung gegenüber der europäischen Invasion sieht der Afrikaner in dem Erwerb europäischen Wissens und Könnens: daher ein allgemeines Verlangen nach Schule und Bildung, und eine Vernachlässigung, ja Zurückweisung seiner eigenen Kultur. Das Verlangen nach westlicher Bildung ist berechtigt und muss ohne Rückhalt erfüllt werden. Die Aufgabe des Afrikaners ist, aus der europäischen Bildung und seiner eigenen rassischen Begabung eine Synthese zu schaffen, die seine eigene geistige Produktionskraft belebt und in der neuen Situation, unter europäischer Hilfe und Leitung, sein Leben, sein Wohlsein und seine Zukunft garantiert. Zu seinen wesentlichen Lebenselementen gehört auch die Religion, und da die einheimische Religion heute zugrunde geht, kann an ihre Stelle nur die christliche treten.

I.

Das Schicksal der Naturvölker liegt heute in der Hand des Weissen. Er ist ihr Herr geworden, sie selber sehen ihr Heil im Anschluss an ihn, und er gestaltet ihre Zukunft nach seinen Absichten. Die Folgerungen aus dieser Lage sind am bedeutsamsten im Blick auf Afrika, denn hier handelt es sich um eine lebenskräftige und anpassungsfähige Bevölkerung von 140 Millionen und um ein Land, dessen natürlicher Reichtum dem Europäer ein vielfältiges Feld der Betätigung bietet.

Die Masse der Afrikaner lebt in den Tropen, wohin sie wenigstens zumteil durch stärkere Völker gedrängt und dadurch zugleich von dem Kulturleben der übrigen Menschheit abgeschlossen wurden. Klima, Bodenverhältnisse und Armut der kulturellen Ausstattung legten ihnen einen harten Daseinskampf auf, dem sie nur mühsam gewachsen waren. Sie begnügten sich mit dem Notwendigen, und dies ist am deutlichsten im Wirtschaftlichen bis in die jüngste Zeit ein charakteristischer Zug ihres Daseins geblieben. Das soziale Ideal war ein enges Zusammenleben innerhalb der naturgewachsenen Gemeinschaft und Abschliessung gegen die Aussenwelt. Der Austausch von Kulturgütern und die Befruchtung durch Fremde war also gering und ging langsam vor sich. Der Fortentwicklung innerhalb der Gruppe waren strenge Grenzen gesetzt durch die Enge des Lebens und die konservative Haltung der herrschenden älteren

Generation, die den Fortbestand des Gemeinwesens abhängig glaubte vom Festhalten am Erbe der Ahnen und von der unverletzten Weitergabe dieses Erbes an das kommende Geschlecht. Die Gemeinschaft war beherrscht von festen Ordnungen, in denen das Individuum nach Abstammung und Alter seinen unveränderlichen Platz hatte, auf Schutz, Beistand und Achtung seiner Genossen rechnen durfte und sich geborgen fühlte. Die einzige sittliche Forderung war: tu was alle tun. Ein Abweichen von dieser goldenen Regel wurde missfällig angesehen, denn es drohte den Rahmen um das Bestehende zu sprengen. Man war sich selber genug und mied den Blick in eine weitere Welt. Doch konnte man diese niemals ganz ausschliessen. Kultursickerungen sind während langer Zeiträume besonders aus Vorderasien nach Afrika bis in den äussersten Westen und Süden gelangt; nicht nur stammen sämtliche Haustiere ausser dem Esel und fast alle älteren Kulturpflanzen aus Asien, sondern auch Gebrauchsgegenstände, soziale Einrichtungen und religiöse Vorstellungen sind aus dem Osten gekommen, immer aber so langsam und vereinzelt, dass sie mühelos assimiliert wurden, ohne imstande zu sein, das Gleichgewicht einer zwar primitiven, aber ganzheitlich in sich festgeschlossenen Kultur zu stören, oder das Angesicht des Erdteils zu verändern.

II.

Das neue Zeitalter setzt ein mit der Ankunft des Weissen. Er hat die alten Ordnungen der Afrikaner erschüttert und zumteil zerstört, ein Vorgang, der noch nicht abgeschlossen ist, aber er ist auch bemüht, neue Ordnungen und Lebenswerte an die Stelle der untergehenden zu setzen. Dass afrikanische Beharrung neben der unruhigen und besserungssüchtigen Dynamik des Weissen sich nicht behaupten konnte, liegt auf der Hand. Hier kommt keine Angleichung an Bestehendes in Frage, sondern ein Umsturz findet statt, dem ein lebensfähiger Neubau erst zögernd zu folgen beginnt. Der Europäer hat sich mit seltenen Ausnahmen ausserstande gesehen, die lebensfähigen Werte afrikanischer Volkstümer soweit zu verstehen, um ihnen in dem von ihm ausgedachten künftigen Heim der Afrikaner einen Platz einzuräumen; für ihn ist das Europäische das Bessere.

Die frühen Beziehungen zwischen Weiss und Schwarz waren wirtschaftlicher Art. Seit dem 15. Jahrhundert fuhren europäische Handelsschiffe an afrikanische Küsten und bald entstand ein friedlicher Warenaustausch. Dieser aussichtsreiche Verkehr erhielt aber einen fast tödlichen Schlag, als der Handel zum Sklavenhandel entartete und dieser zur Deckung seines Warenbedarfs die grausamsten Menschenjagden im Gefolge hatte, die je einen Erdteil heimgesucht

haben. Wieviele Dörfer und Landschaften in den Sklavenkriegen verwüstet worden, wieviele Millionen Menschen dabei umgekommen, wieviele auf der Seereise gestorben und wieviele endlich nach Amerika gelangt sind, wird sich nie feststellen lassen: es genüge der Hinweis, dass zwanzig Millionen ihrer Nachkommen in Amerika leben. Es zeugt von der Lebenskraft der Negerrasse, dass dieser furchtbare Aderlass sie nicht dauernd geschädigt hat, denn die Küste Oberguineas, aus der die meisten Sklaven gekommen sind, gehört heute zu den am besten bevölkerten Teilen Afrikas.

War wirschaftlicher Verkehr der erste zwischen Europäern und Afrikanern, so steht er auch jetzt noch an erster Stelle. Der Weisse sucht in Afrika Rohstoffe, die sein eigener Boden nicht liefert; zu ihrer Gewinnung benötigt er den Eingeborenen, und dessen Brauchbarkeit im Sinn des Europäers richtet sich danach, wiefern er für diese Aufgabe geeignet ist. Eine Zukunft haben nur solche Völker oder Stämme, die sich zweckmässig in diesen Wirtschaftsprozess eingliedern lassen, also dem Europäer nützlich sind. Das sind in erster Linie die Neger, weniger die beiden anderen Bevölkerungsgruppen, die unter den Sammelnamen der Kleinwüchsigen (Buschmänner und Pygmäen) und Hamiten zusammengefasst werden. Die Hamiten sind aristokratische Wanderhirten; sie beugen sich ungern dem Weissen, und es fällt ihnen schwer, ihr Nomadenleben aufzugeben. Viele haben das aber doch aus zwangsläufiger Entwicklung getan und haben neben ihrer Viehzucht Ackerbau und Gewerbe aufgenommen. Diese Entwicklung wird sich unter dem Druck der neuen Ordnung, die für streifende Scharen keinen Platz mehr hat, weiter fortsetzen. Die Buschmänner und Pygmäen sind weder zu sesshaftem Leben noch zu geregelter Tätigkeit in Ackerbau oder Viehhaltung aufgestiegen, sondern auf der Stufe von Sammlern und Jägern stehen geblieben und leben häufig in Abhängigkeit von ihren negerischen Nachbarn. Auch dem Europäer ist es nur in Einzelfällen gelungen, sie zu einem nützlichen Leben zu erziehen; sie werden, wenn überhaupt, als Kuriosa der Menschenart weiterleben.

Der Neger dagegen ist Bauer und als solcher an ständige Arbeit gewöhnt. Er begnügt sich mit den bescheidensten Werkzeugen, treibt seine Landwirtschaft extensiv und oft in reinstem Raubbau, sodass nicht anders als in vielen Teilen Europas weite Waldstrecken seiner Hacke und Axt zum Opfer gefallen sind, aber doch kann man ihm Begabung und Liebe zum Ackerbau nicht absprechen; wo Dichte der Bevölkerung oder ungünstige Bodenlage ihn nötigten, hat er in oft erstaunlichem Masse seine Anbaumethoden verbessert und seine Leistungen gesteigert, und sobald der europäische Kaufmann ihm Absatzmöglichkeiten bot, hat er ohne jeden Zwang ihm seine vermehrten Produkte verkauft. Am deutlichsten zeigt sich diese spontane

Leistungszunahme in solchen tropischen Gebieten, die dem Europäer eine dauernde Niederlassung nicht gestatten und wo die Entwicklung zur Produktion für den Weltmarkt ungestört vor sich gehen kann. Die Grundvoraussetzung dafür ist, dass dem Neger ein genügend grosser Landbesitz verbleibt. So wie das Kernstück des Kolonialproblems die Eingeborenenfrage ist, so steht im Mittelpunkt des Eingeborenenproblems die Landfrage. Das Leben auf und aus eigenem Grund und Boden ist für den Neger die Vorbedingung zu einem Dasein, das ihn befriedigt und ausfüllt, und er ist in solcher Lage und unter europäischer Anleitung vollauf imstande, grösseren Anforderungen an seine Leistungsfähigkeit zu entsprechen. Die Welternte an Kakao stammt zu annähernd 40% aus den Farmen der Negerbauern auf der Goldküste. Im Anbau von Erdnüssen, Baumwolle, Kaffee und Tabak und in der Lieferung von Oelen und Fetten ist der Eingeborene erfolgreicher Wettbewerber des Weissen geworden. Die Umstellung auf modernwirtschaftliche Anforderungen ändert die Struktur seines Lebens: nicht mehr auf die Frau, sondern auf den Mann entfällt der Hauptteil der Arbeit, vollends wenn man vom Hackbau zur Pflugkultur übergeht; die Polygamie wird zu einem Luxus, der zudem im Wandel der sozialen Anschauungen an Ansehen verliert; an die Stelle des Warenaustausches unter Stammesgenossen tritt der Geldverkehr, der dem Individuum eine früher unbekannte Bewegungsfreiheit gewährt; der Bauer muss, wenn er die Anleitung durch den Weissen voll verwerten will, lesen, schreiben und rechnen können, und er wird in seinem Einkommen abhängig von den Konjunkturbewegungen der Weltwirtschaft. Bei alledem bleibt er aber der ansässige Bauer, der sein Land und die Arbeit auf ihm liebt, ein Element beharrender Ordnung und ruhigen Fortschrittes. Unruhe entsteht dort, wo er sich in seinem Landbesitz bedroht sieht, denn er fühlt, dass ihm damit seine Lebensgrundlage unter den Füssen entschwindet.

Wo der weisse Siedler oder Pflanzer Land sieht, das ihm für seine Zwecke brauchbar erscheint, da findet er auch die Mittel, es sich anzueignen: der Schwarze muss weichen. So geschieht es heute in Ostafrika, so ist es in grossen Teilen Aequatorialafrikas und in Südafrika geschehen. In Südafrika sind die den Eingeborenen vorbehaltenen Reservate schon heute zu klein, um die Bewohner zu ernähren, und auch die von der Unionsregierung beschlossene Vermehrung des Eingeborenenlandes, so begrüssenswert sie ist, bedeutet nicht mehr als eine leichte Linderung. Wo Weisse und Schwarze in geschlossenen Massen neben- und durcheinander wohnen, entsteht ein Problem, dessen Lösung man weder in Südafrika noch in Nordamerika gefunden hat und das vielleicht garnicht lösbar ist. In Afrika bedeutet es immer das Verhältnis zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer, ja eigentlich zwischen Hern und

Knecht, d. h. einen unnatürlichen Zustand, mit dem die unterlegene Rasse, wenn sie Lebenswillen besitzt, sich nicht dauernd zufrieden geben wird. Der landlose Schwarze wird zum Arbeiter des Weissen. Dass er beim Europäer Beschäftigung sucht, ist an sich normal und begrüssenswert, denn der Weisse ist der überlegene, der Neger kann und soll bei ihm lernen, und die wirtschaftlichen Werte des Landes können nur durch seine Handarbeit erschlossen werden. Die Hunderttausende von Arbeitern in Minen, auf Pflanzungen und in anderen Unternehmungen zeigen, wie leicht es auch hier dem Neger wird, sich in neue Beschäftigungen zu schicken und den Platz auszufüllen, der ihm zukommt. Eine Gefahr droht dann, wenn der Eingeborene ganz dem Landleben entfremdet wird und nur Arbeiter wird. Es kann daraus in Gebieten mit dichten Weissensiedlungen eine Lage entstehen, in der der Weisse sich durch den Schwarzen als Wettbewerber bedroht fühlt; dies ist so in Südafrika, wo hinzukommt, dass die schwarze Bevölkerung sich schneller zu vermehren scheint als die weisse. Um die weisse Ueberlegenheit und die Unversehrtheit der europäischen Zivilisation zu sichern, sucht man Selbstschutz nicht nur in berechtigter sozialer und politischer Rassenscheidung, sondern auch in künstlicher Niederhaltung des Schwarzen, die es ihm unmöglich machen soll, in gelernte Berufe einzudringen und damit sozial und kulturell aufzusteigen. Hier und in der Landenteignung liegen Möglichkeiten zu Konflikten.

Es ist unausbleiblich, dass Negerarbeiter in Stadtgebieten der Weissen sich ansiedeln. Sie werden dann entweder Proletarier in einem Elendsdasein — das sich übrigens nicht auf Bewohner der städtischen Lokationen beschränkt, sondern sich ins Land hinein erstreckt, wenn Land- und Arbeitslosigkeit zusammentreffen — oder sie wagen den Kampf mit dem glücklicher gestellten weissen Arbeiter, indem sie statt der üblichen 10% des Arbeitslohnes für weisse Arbeiter für gleiche Arbeit gleichen Lohn erstreben, da sich in der Stadt ja auch ihre Lebenskosten nicht wesentlich von denen des weissen Arbeiters unterscheiden. Es ist verständlich, dass beide, der Proletarier und der Streber, leicht eine Beute politischer Agitation werden. Beide haben ihre volksgewachsenen Bindungen verloren und fühlen sich als Enterbte. Der Weisse ist der Unterdrücker und der Kampf gegen ihn rassische Pflicht. Das entstehende Rassegefühl zieht seine stärksten Kräfte aus dem Gegensatz zum Europäertum. Man darf allerdings die Bedeutung dieser oft nur scheinbar politischen Bewegungen nicht überschätzen. Sie erfassen nur einen verschwindenden Teil der Bevölkerung: der Afrikaner ist geduldig, seine fast unverwüstliche Heiterkeit lässt ihn leichter als andere Rassen Beschwernisse überwinden, er hat trotz Erfahrungen mancherlei Art Vertrauen zum Weissen, will für ihn

und mit ihm arbeiten und sich von ihm leiten lassen; die Gedankengänge des europäisch-asiatischen Kommunismus sind gänzlich verschieden von seinem Ideal des Gemeinschaftslebens.

Der Weisse hat im Afrikaner nicht nur das Verlangen nach seinen Waren, nicht nur die Willigkeit zu vermehrter Arbeit, sondern fast mehr noch die Lust zum Lernen geweckt. Die Jugend strömt in die Schulen und kennt kein grösseres Ziel als das Wissen und Können des Weissen sich anzueignen. Wie in anderen Ländern ist auch in Afrika die Kirche die Lehrerin der Völker geworden. Missionare haben die ersten Schulen gegründet und die Eingeborenensprachen für die Zwecke der Erziehung erforscht und verwendet. Später sind ihnen die Kolonialverwaltungen gefolgt, aber noch heute liegt der Grossteil des Schulwesens in den Händen der christlichen Missionen. Wie jede europäische Tätigkeit trägt auch Schule und Mission zur Lockerung der sozialen Bindungen bei, denn moderne Erziehung und Sippengebundenheit sind zwei unvereinbare Welten. Andererseits muss man zugeben, dass niemand früher und nachdrücklicher als die Mission auf die Werte des Volkstums und der Eingeborenensprachen hingewiesen hat. Wenn ihre Bemühungen nicht immer zu vollem Erfolg geführt haben, so liegt das teilweise an dem Unverständnis der Kolonialregierungen, denen die Ausbreitung ihrer eigenen Sprache und Kultur mehr am Herzen liegt als die Pflege einer wurzelechten Volkskultur, noch mehr aber an dem ungestümen Verlangen des Eingeborenen nach Europäisierung. Das eigene Vätererbe ist ihm rückständig und wertlos geworden, er rennt vor seiner eigenen Vergangenheit davon und will dem Weissen ähnlich werden, vor allem will er seine Sprache lernen. Sie ist der Schlüssel zur Welt des weissen Mannes und ihr irgendwie anzugehören, ist das höchste Ziel des Ehrgeizes. Jedem Bemühen, die Erziehung artgemäss zu gestalten, begegnet er mit Misstrauen und sieht darin den böswilligen Versuch, ihm das wertvolle Neue vorzuenthalten. Es gibt unter Gebildeten solche, die den Niedergang und die Vernachlässigung ihres Volkstums beklagen, aber sie bilden eine kleine Minderzahl.

Die Lage ist also die, dass der Neger nichts mehr wünscht als die Angleichung an den Europäer, dass der Europäer selber durch Erziehung und Beschäftigung des Negers diese Angleichung fördert, dass er aber von einer wirklichen Annäherung, d. h. von der Aufnahme des Negers in die weisse Gesellschaft nichts wissen will. In Südafrika geht das so weit, dass der Eingeborene in den Schulen ausgebildet wird für Berufe, deren Ausübung ihm nicht oder nur in Ausnahmefällen gestattet wird, aber auch im übrigen Afrika sieht er, dass die Tür in die Welt des Weissen nur halb geöffnet wird. Er wird daraus die Lehre ziehen müssen, dass Europäisierung nicht das letzte, jedenfalls nicht das einzige Ziel sein kann.

III.

Dennoch ist aber der Neger mit seinem Verlangen nach europäischer Bildung auf dem rechten Wege; es ist der einzige, der in die Zukunft führt. Früher oder später wird er auf diesem Wege sich selber wiederfinden und einsehen, dass es nicht mit Nachlaufen getan ist, dass Selbstbewusstsein, ein Wurzeln im Vätererbe, Zusammenschluss mit den Seinen und eine Lebensart, die den Bedingungen seiner Heimaterde entspricht, für die Vollendung seines Menschentums unentbehrlich sind. Vom Europäer erwartet er ein wachsendes Mass von Bewegungsfreiheit, und diese Erwartung ist natürlich. Sie wird sich am ehesten dort ergeben, wo der Eingeborene im Hauptberuf Bauer bleibt und selbständiger Produzent wird. In dieser Lage ist auch ein gesundes Wachstum auf kulturellem Gebiet möglich. Das Leben des Bauern ist stetig, wahrt den Zusammenhang mit der Vergangenheit und gewährleistet einen Wohlstand, der für Aufwendungen zu kulturellen Zwecken Raum übriglässt. Der Neger ist musikalisch begabt, und der afrikanische Hackbauer hat eine plastische Kunst in Holz und Metall hervorgebracht, die mit Recht in Europa Beachtung gefunden hat; sie ist heute vom Untergang bedroht, aber der Sinn für Kunstschaffen ist auch in der jungen, durch europäische Schulen gegangenen Generation nicht abgestorben, und die von Erziehungsbehörden unternommenen Bemühungen um seine Neubelebung und Fortentwicklung sind nicht aussichtslos. Ebenso bemerkenswert ist, dass unter südafrikanischen Stämmen, so den Zulu-Xhosa und Suto, eine literarische Produktion entstanden ist, die Romane, Gedichte und andere Werke von wirklicher Schönheit und umweltgebundener Eigenart hervorbringt. Es ist wahrscheinlich, dass in Zukunft die Schriftsteller ihre Arbeiten lieber in einer europäischen als in ihrer Muttersprache veröffentlichen werden, ebenso wie die plastischen Künstler neben einheimischen auch europäische Motive und Methoden anwenden; aber dabei können doch die entstehenden Werke afrikanisch bleiben und einen eigengewachsenen Beitrag zum Kulturschaffen der Menschheit bilden.

Möglichkeiten zu selbständiger Betätigung bieten auch die christlichen Kirchen, die als Wirkung der Missionsarbeit entstehen. Sie bilden eine der lebensvollsten jungen Gemeinschaften im neuen Afrika. Anfangs treten sie notwendig in Gegensatz zu bestehenden Gesellungsformen, wachsen aber in diese und insbesondere in die Dorfgemeinde hinein, nehmen viele der alten Sippentugenden, wie Willigkeit zur Einordnung in ein korporatives Leben, Hilfsbereitschaft und Verantwortung füreinander in sich auf, und werden so

zu einem Heim, in dem die Vergangenheit nicht unter die Füsse getreten wird, und das doch den besten Einflüssen der neuen Zeit offensteht. Das Ziel jeder Mission, sich selber überflüssig zu machen und ihrem erwachsenen Kind volle Selbstverfügung zu geben, wird nachdrücklich verfolgt; es gibt in den meisten Kirchen kaum eine Stellung, die nicht Eingeborenen offen stünde, und nicht wenige haben volle Selbstverwaltung. Das bedeutet nicht Trennung von der Mutterkirche; geistig leben sie von den Kräften der europäischen Christenheit, die eigene Leistung auf diesem Gebiet und die Gestaltungskraft zu eigenen Formen des kirchlichen Lebens stehen noch in den Anfängen, aber immerhin ist die Kirche der Ort, wo der Afrikaner mehr als anderswo frei von europäischer Ueberfremdung seine Kräfte messen und üben kann.

Das gleiche gilt bis zu einem gewissen Grad im politischen Sinn in den Ländern, wo die Engländer das System der sogenannten indirekten Verwaltung eingeführt haben, die eine Regierung « durch die Eingeborenen und für die Eingeborenen » sein will und planvoll die bestehenden politischen Einrichtungen in die moderne Verwaltung einbaut. Allerdings wird in allen afrikanischen Besitzungen die politische Vorherrschaft der Weissen auf absehbare Zeiten bestehen bleiben; der Anteil der Eingeborenen an der Gestaltung ihres eigenen Schicksals wird zunehmen, Kräfte aus der europäischen Kultur werden mehr noch als bisher ihr Leben umwandeln, aber die Möglichkeiten zu politischer Unabhängigkeit erscheinen noch nicht im Blickfeld des afrikanischen Horizontes.

Die europäischen Regierungen sind geneigt, ihre afrikanischen Besitzungen in erster Linie als wirtschaftliche und politische Machtpositionen anzusehen. Sie sind aber mehr, sie schliessen die Verantwortung für die Zukunft einer Menschenrasse in sich. Eine solche Verantwortung kann sich aber nicht auf die europäischen Mächte beschränken, die zufällig heute Kolonien in Afrika besitzen, sie geht alle Kulturvölker an, die dank ihrer Geschichte und ihrer kulturellen Leistungen berufen sind, an dem Werk mitzuarbeiten.

Berlin, Universität. Internationales Institut
für afrikanische Sprachen und Kulturen.

DIEDRICH WESTERMANN

RECENSIONI – COMPTES RENDUS – BOOK REVIEWS
BUCHBESPRECHUNGEN – ANÁLISIS DE OBRAS

CH. HUYGENS - *Œuvres complètes publiées par la Societé Hollandaise des Sciences.* Tome XIX. Un vol. in-4, de 687 pages, avec 260 figures. Martinus Wijhoff, La Haye, 1937.

CH. PLATRIER - *Les axiomes de la Mécanique newtonienne.* Un vol. in-8 (de la collection *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 59 pages, avec 1 figure. Hermann, & Cie, Paris, 1936. Prix, broché, 14 fr.

Ce nouveau volume de la monumentale publication des œuvres de Huygens contient les contributions à la mécanique théorique et physique (1666-1695), pendant le séjour à Paris de Huygens et les travaux à l'Académie Royale des Sciences, dont il faisait partie. Huygens est un mécaniste. Comme tous ses grands devanciers, Descartes et Gassendi, il croit pouvoir déduire toute la physique de la mécanique; et de pouvoir embrasser dans une théorie générale tous les phénomènes de l'Univers. Cette partie de l'œuvre scientifique de Huygens n'a donc aujourd'hui qu'un intérêt historique. Mais la richesse de ce volume c'est le *Traité de la lumière* (1690), l'un des chefs-d'œuvre du grand hollandais.

L'originalité de ce traité, les découvertes qu'il contient et qui figurent encore dans la physique moderne, sont bien connues. Le principe de Huygens, les lois de la double réfraction dans les cristaux à un axe, avec la considération d'un cas particulier de la surface d'onde, seront toujours la gloire de Huygens et qui le placent en première ligne parmi les fondateurs de la théorie ondulatoire de la lumière, quoiqu'il n'ait connu ni la périodicité du mouvement ni la transversalité des vibrations.

Comme pour les autres ouvrages, les savants éditeurs ont mis vis-à-vis de l'édition française la traduction en latin; ils ont enrichi tous les mémoires de copieuses notes bibliographiques et historiques d'un intérêt capital. Les tables placées à la fin du volume, et un index minutieux des personnes et des institutions mentionnées et des ouvrages cités permettent de s'orienter tout de suite dans les matières sur lesquelles il a porté tant de lumière et d'admirer la grandeur de son génie.

***

M. Platrier a rédigé ces notes sur les axiomes de la mécanique classique pour ses élèves de l'École polytechnique; elles n'offrent pas un grand intérêt pour la critique des principes et sur leur évolution. L'Auteur, à ce qu'il paraît, n'a pas beaucoup de sympathie pour les théories relativistes; et à propos des objections bien connues sur la mesure du temps et de l'espace et sur l'identité de la masse d'inertie au repos et dans le mouvement, il affirme que même si les objections en question avaient reçu une in-

contestable vérification, l'intérêt de la mécanique classique n'en saurait être diminué. Tout cela est bien connu depuis longtemps et a été affirmé clairement par tous les relativistes. Au reste cette petite analyse, qui contient plusieurs considérations sur les unités de mesure, sur le principe d'homogénéité, et sur la similitude en mécanique, n'offre pas un grand intérêt au point de vue de la critique et de l'origine et de l'évolution des principes de la mécanique.

Roma.

R. MARCOLONGO

F. KÄHLER - *Einführung in die Theorie der Systeme, von Differenzialgleichungen* (*Introduction à la théorie des systèmes d'équations différentielles*). Première édition. Un vol. in-8 (*Hamburger Mathematische Einzelschriften*), 16 cahiers, p. IV-80. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1934. Prix, broché, RM. 4, relié, RM. 5.

W. BLASCHKE - *Vorlesungen über Integralgeometrie* (*Leçons sur la Géométrie intégrale*). Premier cahier, seconde édition. Un vol. in-8 (*Hamburger Mathematische Einzelschriften*), 20 cahiers, p. IV plus 60, avec 21 figures. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1936. Prix, broché, RM. 5, relié, RM. 6.

W. BLASCHKE - *Vorlesungen über Integralgeometrie* (*Leçons sur la Géométrie intégrale*). Deuxième cahier, première édition. Un vol. in-8 (*Hamburger Mathematische Einzelschriften*, 22 cahiers, p. 61-128 (suite du précédent), avec 23 figures. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, 1937. Prix, broché, RM. 4, relié, RM. 5.

Ces trois fascicules appartiennent à la vivante collection des écrits mathématiques de l'Université de Hambourg.

Le premier concerne les systèmes d'équations à dérivées partielles. Les résultats « existentielles » de Meray, Riquier, Delassus appartiennent à l'adresse de Cauchy. Cartant donna d'eux une nouvelle théorie, plus pénétrante et mieux adaptée aux buts géométriques, en se rapportant aux systèmes de Plaff. Kähler suit le même courant d'idées, mais en se servant, dès le début, de formes différentielles alternantes (d'un degré quelconque) et transportant sur elles opportunément des notions d'algèbre de telle façon qu'il en ressort clairement les propriétés invariantes (topologiques) et l'intérêt géométrique de ces systèmes.

***

Dans les deux petits volumes suivants Blaschke donne une exposition déjà organique des résultats que lui et ses élèves recueillent dans la géométrie intégrale. Comme ce nom aussi est nouveau, il convient de l'éclaircir.

Il s'agit de propriétés intégrales (c'est-à-dire en grand) d'entités géométriques; celles qui sont exposées dans le livre sont invariantes pour le groupe des mouvements, mais les recherches de l'école de Blaschke s'étendent aussi à d'autres groupes. Quelques-unes de ces propriétés étaient connues depuis longtemps dans la géométrie des « probabilités » mais de les avoir regardées avec un esprit nouveau d'organisation systématique a porté

des fruits copieux. Particulièrement intéressantes sont les nouvelles propriétés venues au jour des corps convexes et la substitution pour eux d'égalités aux classiques inégalités isopérimétriques. Il y a là, sans aucun doute, une nouvelle direction géométrique encore pleine de promesses.

Roma, R. Università.

E. Bompiani

L. Godeaux - *Les Géométries.* Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Collection Armand Colin,* N° 206 - Section de Mathématiques), de 215 pages, avec 36 figures. Librairie Armand Colin, Paris, 1937. Prix, 15 fr.

Ce livre veut donner un aperçu historique au développement de la géométrie, et pour cela il en présente, dans une synthèse aussi rapide que captivante, les idées directrices.

Les six chapitres qui le composent sont consacrés à autant d'adresses différentes dans les recherches géométriques: le premier traite de la géométrie des anciens, avec quelques indications sur les théorèmes de Quételet et Dandelin relatifs aux coniques, « théorèmes que l'on verrait sans surprise figurer dans le Traité d'Apollonius ». Le second touche aux fondements de la Géométrie analytique, dont le premier bourgeon remonte à Nicolas Oresme (+ 1382), mais qui sont dus notamment à Descartes et Fermat. Le troisième traite des méthodes de la Géométrie projective à partir de Desargues et Pascal jusqu'à Poncelet, Chasles, Von Staudt. Le quatrième chapitre à été consacré à l'exposé des recherches sur les principes de la Géométrie, et notamment sur le postulat des parallèles et sur les géométries non euclidiennes. Le cinquième traite de l'introduction en géométrie de la notion de groupe et de la classification des géométries (euclidienne, affine, projective, etc.), pendant que le dernier touche à la topologie, à son groupe et à différentes questions connexes.

Comme l'A. même avoue dans son avant-propos, on aurait dû parler aussi de la géométrie infinitésimale classique, de la géométrie algébrique et des géométries hyperspatiales, auxquelles il touche brièvement dans les chapitres II, III et V; mais cela aurait surpassé les limites qu'il s'était imposé, soit pour l'extension du livre, soit pour le niveau culturel des lecteurs.

Néanmoins nous aurions désiré qu'il touchât aux recherches d'Archimède, lesquelles contiennent le premier germe du calcul infinitésimal.

Ainsi qu'il est, le livre s'acquitte très bien de son but et on le lit avec plaisir.

Chiavari, R. Istituto Tecnico Commerciale.

A. Natucci

A. Veronnet - *Constitution physique des étoiles.* Un vol. in-8, de 95 pages, avec 4 figures. Gauthier-Villars, Paris, 1938. Prix, broché, 40 fr.

Le problème de la constitution physique des étoiles est l'un des plus intéressants de l'astrophysique. C'est la connaissance des conditions de

l'équilibre thermodynamique à l'intérieur des étoiles qui permet d'étudier la variation de ces conditions avec le temps et avec le rayonnement. De même pour les physiciens se pose le problème des conditions mécaniques de l'équilibre interne de l'édifice atomique. C'est leur connaissance qui permet de prévoir le passage d'un équilibre à l'autre et la transformation d'un atome en un autre. Le problème qui se pose pour les étoiles est exactement le même et il ouvre les mêmes horizons. Sa solution doit permettre d'appuyer sur des bases sérieuses l'explication des phénomènes extérieurs que présentent les astres, les seuls que l'on peut observer directement. Elle permettra d'expliquer aussi les caractères exceptionnels de certains astres. La Physique fournit les données d'attaque du problème et le calcul mathématique permet de déduire tout ce que l'on peût connaître de l'état interne d'un astre à partir de sa surface visible. Depuis 50 ans ce problème a fait l'objet des travaux de Lord Kelvin, Henri Poincaré, Eddington, Jeans et de bien d'autres. Ce sont ces travaux que l'auteur passe en revue en montrant les lois et les hypothèses sur lesquelles ils se sont appuyés. Ce sont d'abord les données physiques et astronomiques du problème. Puis vient l'exposé des diverses formes de l'équilibre thermodynamique du fluide stellaire: équilibre adiabatique, gaz parfaits; équilibre radiatif, gaz ionisé; équilibre isotherme et homogène, gaz réels et équilibre réel. Enfin l'exposé est clos par un petit chapitre sur la variation de la constitution physique avec la température et sur l'évolution des étoiles.

Lyon, Observatoire de l'Université.

H. GROUILLER

F. DYSON and R. v. d. R. WOOLLEY - *Eclipses of the Sun and Moon* (*Eclipses du soleil et de la lune*). Un vol. in-4, de VIII-160 pages. Clarendon Press, Oxford, 1937. Prix, 15 s.

Après le beau livre de M. Mitchell sur les éclipses du soleil, qui a déjà eu plusieurs éditions, nous avons celui de Sir Frank Dyson, qui a été astronome royal à Greenwich il y a quelques années et a écrit en collaboration avec le Dr. Woolley, premier assistant au même Observatoire. Les deux illustres auteurs possèdent une longue pratique, le premier en ce qui concerne les observations d'éclipses totales, le second relativement aux observations spectroscopiques et aux théories sur l'origine et la formation des spectres stellaires. A la différence du livre de M. Mitchell, qui est plus narratif et populaire, celui-ci est plus technique et écrit pour les spécialistes en la matière. Les causes et les prédictions des éclipses, la période *saros*, en ce qui concerne aussi bien le soleil que la lune, sont décrites dans les premiers chapitres d'une façon concise et claire pour les lecteurs qui connaissent les éléments de l'astronomie sphérique. Le chapitre VII nous introduit dans le champ des observations qu'on peut faire pendant les éclipses totales du soleil et parle des résultats acquis jusqu'à ce jour. Les auteurs y traitent le problème de la déflexion de la lumière, du fait du champ gravitationnel du soleil; déflexion qui est d'une si grande importance comme preuve expérimentale de la théorie de la relativité et dont on a pu obtenir d'une façon brillante des données d'observation, excellentes, mais encore peu nombreuses,

dont on dispose actuellement. Les instruments et les méthodes de recherche modernes fournissent aux auteurs une occasion pour discuter des problèmes plus importants en rapport avec la constitution et les caractéristiques physiques de l'atmosphère extérieure du soleil. Le spectre-éclair (*flash*) a permis d'acquérir la connaissance de la chromosphère, de la distribution des éléments à de divers niveaux, du gradient d'intensité et, enfin, nous a mis en présence du problème intéressant et compliqué de l'équilibre de la chromosphère. Ce problème est traité au chapitre XII, en même temps que diverses théories, comme celle de la pression de la radiation sélective, fondée sur les travaux bien connus d'Eddington, de Milne, de Chandrasekhar. Bien qu'on ne puisse encore donner un explication définitive de l'existence de la chromosphère, il semble que la théorie de la « turbulence » représente actuellement la solution la plus satisfaisante de ce problème.

Dans le chapitre XIII, et jusqu'à la fin du volume (chapitre XVIII) les auteurs discutent d'une façon magistrale les apparences et la constitution de la couronne, en examinant les données d'observation les plus récentes et les plus certaines et les théories les mieux fondées.

Si l'on pense que des procédés photométriques rigoureux, permettant de résoudre le problème compliqué de la détermination de l'intensité lumineuse de la couronne n'ont été utilisés qu'au cours des éclipses les plus récentes, on ne peut que convenir que des résultats notables ont déjà été obtenus, et il est permis d'espérer que les futures éclipses donneront des résultats encore plus complets et qui nous procureront une meilleure connaissance de son spectre et de sa nature, grâce à quoi nous pourrons enfin savoir de quelle matière elle se compose. Que cette matière soit constituée par des éléments connus sur notre terre, voire dans notre atmosphère, semble hors de doute, mais ce qui reste encore pour nous un mystère, c'est l'état physique dans lequel se trouvent ces éléments et dans quelle mesure et de quelle façon ils subissent les variations de l'activité solaire.

Présenté sous une forme agréable et élégante par la Clarendon Press d'Oxford, le livre sera très apprécié des astronomes, et plus spécialement de ceux qui s'attacheront à observer les futures éclipses du soleil.

Firenze, R. Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

GIORGIO ABETTI

M. BARATTA - *I terremoti in Italia* (*Les tremblements de terre en Italie*). Un vol. gr. in-8 (des *Pubblicazioni della Commissione Italiana per lo studio delle grandi calamità*), de 122 pages, avec 20 tables et 8 cartes hors texte. R. Accademia dei Lincei, Roma, 1936. Prix, broché, L. 50.

CH. DAVISON - *Great Earthquakes* (*Les grands tremblements de terre*). Un vol. in-8, de XII-286 pages, avec 97 figures et 12 planches hors texte. Th. Murby & Co., London, 1936. Prix, relié, 17 sh. 6 d.

A. RITTMANN - *Vulkane und ihre Tätigkeit* (*Les volcans et leur activité*). Un vol. in-8, de 188 pages, avec 25 figures et 1 planche hors texte. F. Enke, Stuttgart, 1936. Prix, broché, RM. 7,20; relié, RM. 8,80.

Le premier de ces ouvrages, qui est une étude synthétique sur les tremblements de terre en Italie, est le dernier qu'ait écrit le regretté sismo-

logue Mario Baratta. Il se présente comme un ouvrage organique, reposant sur une profonde connaissance historique et géographique de la distribution des tremblements de terre dans un pays où ce fléau est particulièrement intense et fréquent. Procédant d'une main sûre, l'auteur recherche et retrace les aires sismiques de la péninsule italienne et de la Sicile, et il termine son ouvrage par une réprésentation cartographique de ces aires elles-mêmes qu'il classe, en distinguant six degrés d'intensité. C'est là une base précieuse pour des recherches ultérieures qui auront à compléter l'ouvrage par des études géologiques et géophysiques.

***

D'un caractère principalement géographique et descriptif est également le livre de M. Davison qui décrit, d'après un schéma bien ordonné et clair, 18 des plus grands tremblements de terre qui se sont produits au cours de ces deux derniers siècles dans toutes les régions du monde et qui sont importants non seulement à cause de leur intensité et des effets destructifs qu'ils avaient produits, mais aussi en raison des discussions auxquelles ils se prêtent concernant leur nature et leur origine et en raison des phénomènes qui les ont accompagnés ou suivis. Pour chaque tremblement de terre, l'auteur indique l'histoire sismique de la région, les secousses antécédentes et ultérieures, les effets géologiques constatés (et qui sont illustrés à l'aide de bonnes photographies) et la bibliographie. Les matériaux sont élaborés avec la concision et la précision connues de l'auteur qui, dans le domaine de la séismologie, occupe une place sous beaucoup de rapports éminente. On peut seulement regretter que l'auteur n'ait pas ajouté à ses savoureux essais un dernier chapitre, de synthèse et de conclusion.

***

D'un caractère strictement géologique, l'ouvrage de M. Rittmann s'applique à présenter le volcanisme dans sa multiplicité et sa variété, ainsi que dans son essence, comme un processus constant et toujours en acte à l'intérieur et sous la croûte terrestre. Processus qui, au point de vue de sa genèse, est le même que celui qui donne naissance aux chaînes de montagnes et aux autres manifestations de l'énergie endogène. La principale source de celle-ci doit être recherchée, d'après l'hypothèse de van Bemmelen que partage l'auteur, dans l'énergie latente du magma. Aussi bien le volcanisme que l'orogenèse tirent leur origine de troubles de l'équilibre physico-chimique du magma en présence de hautes températures. Le refroidissement, la diminution de la pression, ou bien encore la chaleur dérivant de processus radioactifs, troublent l'équilibre; il se produit alors des réactions qui tendent à le rétablir et qui, à leur tour, troublent l'équilibre isostatique de la croûte. D'où les déformations orogéniques, alors que les progrès de la cristallisation du magma libèrent les gaz qui, subissant des pressions croissantes, poussent le magma en haut donnant ainsi naissance aux manifestations du volcanisme. C'est là, où le voit, l'essai d'une explication qui embrasse toute la vie interne de notre planète, en en donnant un tableau grandiose et logiquement composé. Essai qui ne prétend pas résoudre la grande énigme de la géodynamique interne, mais qui rend possible une

brève pause dans les fatigantes recherches, tout en laissant sans solution des problèmes fondamentaux de l'orogénèse, c'est-à-dire sa localisation dans le temps et sa localisation géographique.

Bologna, R. Università.

MICHELE GORTANI

*** *Perspectives in Biochemistry. Thirty-one Essays presented to Sir Frederic Gowland Hopkins by Past and Present Members of his Laboratory* (*Les perspectives de la biochimie. Trente-et-un essais offerts à Sir F. G. H. par les anciens et actuels membres de son Laboratoire*). Un vol. in-8, de VIII-362 pages, avec 6 planches hors texte. Cambridge University Press, London, 1937. Prix, relié, 15 sh., net.

J. LAVOLLAY - *Recherches sur le magnésium en chimie animale.* Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 83 pages. Hermann & Cie, Paris, 1936. Prix, broché, 15 fr.

Le premier volume est un recueil de brefs, mais substantiels articles écrits par les élèves et anciens élèves du Laboratoire de Biochimie de Cambridge et offerts au Maître, Sir F. G. Hopkins, à l'occasion de son 75e anniversaire. Chaque article se rapporte au domaine spécial de recherches de son auteur et offre une vision du sujet complète et mise à jour. Comme le disent MM. Needham et Green dans leur préface explicative, on a voulu également se livrer à quelques réflexions sur les voies probables du développement futur de la biochimie, sans toutefois s'écarter d'une juste mesure critique; et, en réalité, les auteurs de plusieurs articles ont formulé des hypothèses de travail hardies et préconisé des points de vue qui ne s'appuient pas encore sur une documentation expérimentale suffisante et cohérente. Nous citerons, à titre d'exemple, les considérations de M. Peters sur l'organisation cellulaire (pages 30 et suivantes), dont il nous est impossible de retenir la comparaison entre les protéines nucléaires, cytoplasmiques et superficielles, d'une part, le système nerveux, les unités conductrices et les recepteurs périphériques, de l'autre. Peu fondée m'apparaît également l'affirmation de M. N. W. Pirie, d'après lequel les termes vie et vivant seraient dépourvus de signification: l'existence d'un métabolisme synthétique ordonné et pourvu d'un pouvoir d'autorégulation sépare à tout jamais les organismes vivants des entités non vivantes. La récente démonstration de l'existence de virus-protéines n'a pas pour effet d'abolir cette distinction, puisque ces virus-protéines dérivent également de l'organisme et opèrent dans l'organisme et constituent peut-être une espèce de réalisation, sur un plan uni- ou paucimoléculaire, de l'autonomie et de l'auto-perpétuation des corps vivants, propriétés, du reste, dont on connaît déjà l'existence dans les gènes héréditaires et dans certaines formations cytoplasmiques (hérédité cytoplasmique), donc toujours dans des éléments sub-cellulaires. MM. Holmes et A. Pirie parlent également des virus, en développant des points de vue intéressants, bien qu'assez unilatéraux. Dans ce recueil sont passées en revue à peu près toutes les questions fondamentales de la biochimie, principale-

ment celles qui ont été étudiées par l'école de Hopkins. C'est ainsi qu'on trouve un modèle de clarté, de concision et d'exposé complet dans l'article de M. Dixon sur les phénomènes de la respiration cellulaire, ainsi que dans ceux de MM. Green, Krebs et Szent-Györgyi. La chimie de l'embryon, avec les brûlantes questions de l'évocation et de l'individuation de champs morphogénétiques, est traitée par M. J. Needham; et les rapports entre la génétique et la biochimie sont brillamment illustrés par M. J. B. S. Haldane et par Mme G. Scott-Moncrieff, à propos de la nature de l'hérédité de la couleur chez les fleurs. Il ne manque pas dans ce recueil d'exposés importants relatifs à la chimie des bactéries (Stephenson, Raistrick); des muscles (Bernal) et de la contraction musculaire (D. M. Needham); du système nerveux (E. Holmes) et des psychoses (Quastel); de la croissance des insectes (Wigglesworth). Aussi bien le clinicien que le botaniste et le zoologiste trouveront dans ce livre fascinant des points de vue nouveaux et intéressants. Les aspects pratiques, pharmacologiques (Clark) et sociaux (Marrack) de la biochimie ne sont pas négligés non plus, alors que les contributions de MM. Lloyd, Adam, Baldwin, Beck, Luck et autres sont d'un contenu plus strictement chimique. Nous ne pouvons que recommander la lecture et la méditation, non exclusives de l'esprit critique, de ce livre qui est un acte de foi dans la science et un hommage noble et affectueux à un maître éminent.

***

Le livre de M. Lavollay est une monographie dans laquelle l'auteur étudie l'importance du magnésium dans le métabolisme du rat, en se plaçant principalement à trois points de vue et en s'appuyant sur trois ordres d'expériences: 1. Effets de la réduction de l'apport diététique du magnésium sur la croissance qui se trouve ainsi retardée d'environ 30% (d'un peu plus chez les mâles); la carence de Mg provoquant des symptômes qui rappellent ceux de certaines avitaminoses (A et B_1). Les animaux soumis à un régime pauvre en Mg meurent souvent brusquement sans chute préliminaire du poids aussi considérable que dans les avitaminoses. L'administration de doses élevées de Mg dépassant certaines limites augmente la teneur des rats en Mg; mais elle n'appauvrit pas beaucoup l'organisme en Ca, au sens absolu, tout en réduisant beaucoup et régulièrement le rapport Ca/Mg. 2. Rapports entre le Mg et la carence vitaminique: l'auteur n'a pas trouvé la confirmation de l'opinion d'après laquelle le Mg atténuerait les effets des avitaminoses. 3. Rapports entre la teneur du régime en Mg et l'utilisation des glucides: ces recherches ont été suggérées à l'auteur par ce qu'on sait de la fonction que ce métal remplit dans l'activation des phosphatases et des cozimases des ferments et dans la « fermentation lactique » du glucogène des muscles. L'auteur conclut que les besoins en Mg sont, chez le rat, proportionnels à la consommation de glucides et qu'il doit, par conséquent, exister dans le régime un certain rapport entre Mg et glucides. La monographie contient de nombreuses tables analytiques et des courbes; elle est écrite avec beaucoup de clarté.

Milano, R. Università

P. Rondoni

P. HERTWIG - *Artbastarde bei Tieren* (*Hybridation des Animaux*). Un vol. in-8 (de *Handbuch der Vererbungswissenschaft*), de 140 pages, avec 76 figures dans le texte. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1936. (Sans indication du prix).

L'auteur fait sienne la pensée que Renner a exprimée dans son ouvrage sur l'hybridation des plantes: « Celui qui veut s'exprimer au sujet des croisements, n'est pas a même de définir son sujet »; (Wer über Artkreutzungen berichten soll, sieht sich nich in der Lage seinen Gegenstand definieren zu können »). A la magistrale façon dont Paula Hertwig traite le sien, il faut cependant reconnaître que cet auteur le possède admirablement et le circonscrit dans ses limites exactes.

Le volume est divisé en 6 chapitres qui traitent successivement: de la fécondation et du premier développement, des vrais hybrides et de leur fécondité, des futures générations bâtardes, de la variété des rapprochements entre hybrides (problème du plasma germinatif), de la variété des croisements et de la question philogénétique. Un volumineux index bibliographique (11 pages) termine ce volume intéressant et instructif, qui a sa place marquée dans les bibliothèques des savants.

Faut-il néanmoins dire que les théories prônées dans cet ouvrage, comme d'ailleurs celles de la plupart des auteurs modernes, presque tous transformistes, appellent des réserves? Trop exclusivement accaparés par leurs convictions, ces auteurs perdent de vue que le transformisme n'est qu'une belle hypothèse, mais que sa démonstration expérimentale est encore à faire puisque l'on n'a jamais vu se créer un être vivant à partir de la matière inerte, pas plus d'ailleurs qu'une espèce nouvelle au sens véritable du mot, et que, au surplus, les faits invoqués par eux, tant dans le domaine de l'hybridation et de l'hérédité que dans beaucoup d'autres sont loin d'être probants dans le sens transformiste, puisque l'on peut les expliquer et leur faire parler un tout autre langage, ni moins scientifique ni moins rationnel que la façon de voir transformiste, et qui s'applique tout aussi bien que celle-ci à l'évolution et à l'apparition successive des espèces, sans impliquer nécessairement entre elles une parenté qui reste malgré tout fictive et hypothétique. Je me réfère à cet égard à la « thèse rationnelle fixiste de la création des espèces » que j'ai exposée dans mon livre, *Le Transformisme contre la Science*,[1] et qui, si l'on voulait la prendre en considération et étudier les faits sous l'angle qu'elle dévoile, mènerait peut-être à des conceptions qui n'obligeraient pas à s'en tenir malgré tout à une hypothèse dépassant tout de même un peu trop le sens des faits reconnus et catalogués par la vraie science.

Bruxelles.

MAURICE THOMAS

G. et A. DANIEL - *Arts et Techniques de la Santé.* Préfaces de F. DE COURMELLES, J. GRÉBER, A. LUMIÉRE. Deux volumes in-4, de VIII-686 et de 854 pages, avec 38 figures et 47 planches hors texte. Doin & Cie, Paris 1937. (Sans indication de prix).

Ces deux gros volumes représentent une heureuse mise au point de tout le problème hygiénique-sanitaire moderne, non seulement considéré dans ses

[1] MAURICE THOMAS, *Le transformisme contre la science.* Un vol., 280 pag., Lamertin, Bruxelles, 1928.

lignes fondamentales, mais intégré dans le plan général de la vie physique, économique et spirituelle de nos jours. Sans lourdeur et avec une vivacité d'expression qui parfois assume le ton de la polémique, les auteurs font le point des différents chapitres de la technique sanitaire et préconisent le développement de nouveaux chapitres que nous fait prévoir une meilleure connaissance de la vie physique de l'univers.

Tout le premier volume est dominé par ce désaccord présumé entre l'hygiène d'aujourd'hui dite classique, et celle de demain, que les auteurs n'hésitent pas à classer comme hygiène naturiste, parce qu'elle doit viser à une insertion plus large de l'homme dans la nature: opposition sur laquelle les auteurs insistent en artistes, ne cachant pas leurs préférences pour cette vie rêvée de demain où la civilisation mécanique et l'industrialisme ne se dresseront plus contre les nécessités de la vie et de la santé des hommes qui peuplent la terre.

A vrai dire, cette opposition ne nous paraît pas aussi vive, et il ne nous semble pas possible de considérer comme erronée et totalement imparfaite l'orientation de l'hygiène officielle qui n'a eu besoin que d'un peu plus de cinquante ans pour obtenir une augmentation très remarquable et vraiment révolutionnaire de la survivance humaine. Nous sommes cependant d'accord pour reconnaître que les prescriptions de l'hygiène doivent s'inspirer d'une plus vaste vision des possibilités naturelles, d'une évaluation plus parfaite des ressources naturelles de l'ambiance et, surtout, qu'elles doivent s'affranchir totalement de tout asservissement et de toute complaisance à l'égard des fausses notions sur le bien-être et le bonheur humains qu'avaient créées la civilisation industrielle et sa grande alliée, la propagande. Sur ce point, les précises affirmations des auteurs s'accordent parfaitement avec les amères conclusions que M. Carrel, dans son célèbre livre: *L'homme, cet inconnu*, a développées au point de vue de la philosophie biologique.

Dans le second volume, après avoir passé en revue les conditions anti-naturelles de la vie moderne et les agents naturels défavorables, inhérents au milieu dans lequel nous vivons, les auteurs étudient le comportement de l'être humain et ses réactions spécifiques à toute insuffisance, déviation ou nocivité intrinsèque de l'ambiance elle-même. Les auteurs ont ainsi la possibilité d'étudier l'immunité naturelle à l'égard des maladies infectieuses et des déséquilibres physico-chimiques qui peuvent être causes de maladies et de déficiences fonctionnelles. Ils considèrent ensuite les faits dépendant des impulsions internes, physiques ou psychiques, qui peuvent donner lieu à des déviations et à des anomalies; ils introduisent ainsi dans le cadre général de l'hygiène la vie spirituelle de l'homme qui peut également avoir ses excès et ses déviations capables de produire des maladies individuelles et sociales, au même titre que les autres facteurs de l'ambiance extérieure, étrangers à l'espèce.

Les auteurs conçoivent le tableau de la vie sociale d'après des critères purement naturistes, et c'est ainsi qu'en préconisant le naturisme individuel et le contact intime des individus avec les forces régénératrices de la nature, ils développent une séduisante théorie des formes hygiéniques et rationnelles de l'urbanisme. Ils modifient même très ingénieusement la signification corrélative des termes « urbanisme » et « ruralisation », dont ils fondent les concepts antinomiques actuels en une nouvelle harmonie, grâce à laquelle la ville, en raison de la technique moderne, pourra offrir tous les avantages

du nombre, sans les désavantages et les inconvénients de l'agglomération, en même temps que la vie des champs ne paraîtra plus comme le confinement dans un cadre de civilisation inférieure, dans un horizon d'absurde limitation spirituelle et de grande gêne matérielle. Les auteurs préconisent une vive réaction contre les tendances actuelles à la classification et à la partialisation, pour concevoir un régime hygiénique et économique susceptible de donner aux hommes des possibilités vraiment égales d'utilisation de leurs aptitudes et de jouissance des biens de la nature.

Ce tableau de haute philosophie de l'hygiène, qui justifie beaucoup d'imperfections apparentes dans la distribution des matières, considérées au seul point de vue scientifique, n'empêche pas cet ouvrage d'être une véritable mine de données objectives, souvent numériques, sur les questions les plus importantes de l'hygiène et de la biologie. La statistique est largement utilisée dans ces deux volumes, ainsi d'ailleurs que les opinions des représentants les plus éminents de la physique, de la chimie, de la biologie pure et appliquée. Grâce à cette mise au point du présent et à leur acte de foi dans l'avenir, l'ouvrage de MM. Daniel, bien qu'il soit d'une lecture un peu longue, est plein d'attrait et hautement profitable.

Milano, Ufficio d'Igiene.

C. A. Ragazzi

L. Livi - *I fattori biologici dell'ordinamento sociale* (*Les facteurs biologiques de l'organisation sociale*). Un vol. in-8, de 302 pages. Casa Editrice Dott. A. Milani (Cedam), Padova, 1937. Prix, L. 35.

M. Livio Livi, professeur ordinaire de statistique à l'Université de Florence, nous présente un ouvrage considérable qui, comme il le dit lui-même, a subi une lente maturation au cours d'une bonne dizaine d'années: le désir de soumettre à une critique approfondie les anciennes théories sur l'organicisme sociologique porta son attention sur les ouvrages de Darwin, qu'il se mit à étudier et qui le firent méditer sur les bases naturelles des faits sociaux. Ce travail, fruit de longues études, se répartit en six chapitres. Dans le premier l'auteur considère la société, non comme un prolongement de la nature, mais comme s'y rattachant étroitement; et il expose une conception naturaliste des formes d'association qui sont en opposition nette avec l'évolutionnisme sociologique. Dans le deuxième il examine les caractères spécifiques qui influent sur les formes d'association et il en déduit toutes les conséquences qu'on peut observer dans la formation des noyaux domestiques et celle du groupe, conséquences qui confirment l'hypothèse que la famille et la société se sont formées simultanément. Dans le troisième chapitre il étudie l'influence des caractères biologiques sur les formes d'association animales, et il résulte, d'après lui, de cette étude que, de tous les mammifères, l'homme est celui qui présente la plus grande inaptitude procréative. Le quatrième chapitre étudie la prolificité de l'homme primitif et relève les preuves ethnographiques de la diffusion primitive du mariage monogamique, mettant en évidence le fait que c'est l'absence et l'insuffisance de la descendance qui est la cause de la désagrégation de la famille. Dans le cinquième chapitre l'auteur se livre à une étude plus vaste

de l'influence que les obstacles apportés à la libre action des facteurs bio-démographiques ont exercée au cours de l'histoire, et il attire l'attention des savants sur la colonisation dans l'antiquité, au moyen-âge et dans les temps modernes. Le dernier chapitre est consacré aux théories historico-juridiques sur les origines de la famille et de l'Etat et contient quelques considérations sur la base naturelle de la propriété et sur les facteurs spirituels de la cohésion sociale. L'auteur avertit modestement qu'en dehors du domaine de la démographie et de l'ethnographie, qui est celui dont il s'occupe plus spécialement, il a été obligé de se borner très souvent à des indications générales, à de brèves mentions sur de nouveaux sujets d'étude. Mais nous pouvons affirmer que l'ouvrage est riche d'érudition et révèle un chercheur compétent, possédant le don de l'exposition claire et solide. Le professeur Livi, se servant de la rigoureuse méthode statistique, a admirablement réussi à montrer que les faits du monde animal projettent beaucoup de lumière sur ceux de la société humaine, et cela en mettant en relief les fondements naturels des faits sociaux. Et tous les savants consulteront avec profit cet ouvrage très consciencieux.

Siena, R. Università.

FILIPPO VIRGILII

P. CLOCHÉ - *Démosthènes et la fin de la démocratie athénienne.* Un vol. in-16 (de la *Bibliothèque historique*), de 333 pages. Payot, Paris, 1937, Prix, 36 fr.

A. GEGAJ - *L'Albanie et l'Invasion turque au XV^e siècle.* Un vol. in-8 (du *Recueil de travaux publiés par les membres des conférences d'histoire et de philologie* - 2^e série, 40^e fascicule - Université de Louvain), de XX-169 pages. Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 1937. (Sans indication de prix).

G. MONTICELLI - *Millenari rappresentativi. Raterio Vescovo di Verona. (890-974)* (*Millénaires représentatifs. Ratherius évêque de Vérone*). Un vol. in-8, de 400 pages, avec 4 figures hors texte. Bocca, Milano, 1938. Prix, L. 40.

A. THOMAZI - *Les flottes de l'Or, Histoire des galions d'Espagne.* Un vol. in-16 (de la *Bibliothèque historique*), de 237 pages, avec un croquis et dix gravures. Payot, Paris 1937. Prix, 20 fr.

Démosthènes est un homme de premier plan dans l'histoire de l'antiquité: il a vécu dans une époque, qui ne fut pas la plus heureuse pour la démocratie athénienne, menacée par la nouvelle puissance Macédonienne qui devait enfin l'emporter sur la république glorieuse mais — malgré les apparences — faible. Le grand orateur est un personnage fort discuté; mais on ne peut mettre en doute ni sa ténacité, ni sa bonne volonté, ni son patriotisme. Il avait compris que la formation d'un fort état au Nord, en plein essor, signifiait tôt ou tard la fin de l'hégémonie athénienne sur la mer. Car la Macédoine forte et armée visait à la mer.

Or malgré l'éloquence puissante de Démosthènes, malgré son œuvre politique, il n'a pas réussi à rendre à sa patrie la puissance et la grandeur d'antan; il n'a même pas réussi à lui conserver les débris de ses possessions extérieures. Devant le succès de la monarchie militaire des Macédoniens

et l'échec de la démocratie athénienne, les historiens ont donné, selon les tendances politiques à eux propres, un jugement passionné et incomplet. Le grief dont la politique démosténienne est souvent l'objet, c'est l'étroitesse de conceptions qui l'animaient: Démosthènes fut l'avocat d'un idéal arriéré, celui de l'indépendance civique. Or l'auteur de ce livre remarque que maintes fois dans ses discours il n'est pas question d'Athènes, mais de tous les Hellènes qui doivent se sentir menacés par le roi Philippe. On sait d'ailleurs que le Macédonien procédait par des moyens de force à la pacification et à l'unification de l'Hellade: est-il donc étrange que Démosthène ait resisté aux entreprises d'un semblable pacificateur? M. Cloché conclut que, en essayant de barrer la route aux entreprises du Macédonien, l'auteur des *Philippiques* ait défendu une cause qui n'avait rien de médiocre ou de borné; et que l'œuvre de ce brillant défenseur des traditions et des intérêts nationaux fut l'une des plus belles et des plus nobles parures de l'ancienne Athènes; et il est permis de lui assigner une place éminente dans l'héritage intellectuel et moral que la glorieuse cité a laissé au monde.

***

Le livre de M. Gegaj est un travil fait avec une sévère méthode scientifique, qui a pour but de mettre en lumière la carrière militaire de Skanderbeg, en dégageant la vérité de la légende dont on l'a entouré.

La tâche n'est pas aisée, car les chroniques contemporaines ont bel et bien défiguré la réalité et dramatisé les événements pour entourer le héros d'un halo légendaire. M. Gegaj a puisé largement dans les sources imprimées et dans les documents des archives sans négliger une bibliographie qu'on peut dire complète sur ce saisissant épisode de l'histoire de cette importante partie de la péninsule balcanique, qui joue actuellement un rôle de grande importance dans l'Europe contemporaine.

Les Albanais maintinrent intacte leur race illyrienne. L'histoire de ce peuple est mêlée aux événements d'Italie et de Bysance et plus tard, dès les débuts du XV^{e} siècle, l'Albanie eut à faire avec les conquérants turcs de la péninsule Balcanique.

Georges Castriota, ôtage de Mourad II, se distingua à tel point au service de Sultan, qu'il obtint le titre de Iskander-bey (d'où sa vulgarisation en Skanderbeg). Sa fidélité n'était pourtant qu'apparente, car dans le silence il préparait son plain d'insurrection. Il s'empara de sa patrie, l'Albanie, par la force et par la ruse et il fut acclamé par ses concitoyens comme le sauveur de sa patrie. Intéressantes sont les pages qui regardent la politique de Venise à l'égard de Skanderbeg et celles de la politique du roi Alphonse d'Aragone et de Naples. La politique vénitienne, qui fut favorable aux turcs jusqu'à la prise de Constantinople, changea bientôt et le malentendu entre Skanderbeg et Venise s'apaisa. Par sa résistance acharnée en Albanie, Skanderbeg empêcha les turcs d'attaquer l'Italie, et la politique d'Alphonse V visait tout particulièrement la défense des côtes albanaises. L'Albanie est mêlée aux événements de l'Italie méridionale à Naples pour aider le roi Ferdinand successeur contesté de Alphonse V. Mais la gloire de Skanderbeg et due à la lutte contre le turc qui menaçait l'Italie: et c'est par cela que les Albanais ont contribué puissamment à sauver la civilisation Occidentale.

***

Une histoire de la vie et des œuvres de l'Evêque Raterius est une remarquable contribution à la connaissance de la société au xe siècle. Né à Liège, éduqué à Lobbes — la grande abbaye bénédictine — évêque à Vérone, il est toujours un moine cultivé, savant et écrivain. Prix dans le gouffre d'une politique pleine d'embûches et de guet-apens, il tombe prisonnier du roi Hugues de Provence, roi d'Italie, et il est privé de son évêché de Vérone. A Pavie il écrit dans sa prison ses *Praeloquia*. Libéré et relégué à Côme, il rêvait les berges de la Sambre et les forêts des Ardennes où il passa sa jeunesse dans les méditations et dans les études. Il revient en Lorraine et enfin le voilà encore évêque de Vérone étant rentré en grâce du roi Hugues (a. 947), mais sa fortune fut de courte durée: de nouvelles déceptions l'attendaient: encore il a le bonheur d'entrer dans l'entourage d'Othon I (952) et il est nommé évêque de Liège et abbé de Lobbes. Enfin, avec l'aide de l'empereur Othon I, il peut encore s'asseoir sur la chaîre épiscopale de Vérone. Fidèle à son souverain, il est chassé au cours d'une insurrection contre les Allemands en 965. Cependant il ne cessait pas de lutter et d'écrire; et il finit sa vie aventureuse, passionnée, troublée, à Namur le 25 avril 975. Il laissa dans les ténèbres du xe siècle un sillage de lumière: dans un âge de fer il possède aussi autant d'humanité, pour que son nom soit conservé à l'histoire.

***

Un livre, intéressant bien plus qu'un roman et cependant exact au point de vue historique, est celui de M. Thomazi, qui fait un récit de la grande lutte épique qui se déroula sur l'Océan Atlantique, depuis le voyage de Christophe Colomb, jusqu'à la fin de la dernière *flota* de l'or, sombrée dans la baie de Vigo au début de la guerre de succession d'Espagne en 1702.

Après la découverte d'Amérique, ce fut la ruée vers l'or: en Europe les trésors du nouveau monde exaltèrent la fantaisie et le courage de plusieurs aventuriers, qui essayèrent d'arracher aux Espagnols le monopole du métal jaune.

Avec, ou sans, le consentement des gouvernements des hommes audacieux se jetèrent à la mer pour courir l'aventure et pour piller les *flotas* espagnoles chargées d'or, de pierres précieuses et de marchandises de grand prix. L'arrivée à Cadix d'une *flota* était une fête, le gain facile, la dépense aisée, les commerçants et hôteliers faisaient affaires d'or. Puis ce furent des difficultés: anglais, français et hollandais — en dépit de la ligne de démarcation créée par Alexandre VI qui interdisait à toute puissance (Espagnoles et Portugais exceptés) d'occuper les nouvelles terres — s'installèrent dans les Antilles menaçant le commerce espagnol. Devinrent célèbres les noms de corsaires tels Leclerc, J. Hawkins — pirate et chevalier — Drake, Legrand, Morgan et d'autres écumeurs de la mer. Mais ce fut à travers de telles entreprises que la colonisation du Nouveau Monde se fit, que la navigation se perfectionna et que les grandes puissances formèrent des empires coloniaux et mirent les bases de la prospérité de l'Europe au cours du xixe siècle.

Ferrara, R. Università.

A. Visconti

L. FROBENIUS - *Histoire de la Civilisation africaine*. Traduit par Dr. H. BACK et D. HERMONT. Un vol. in-8, de 370 pages, avec plusieurs cartes géographiques et 170 planches illustrées hors texte. Gallimard, Paris, 1936. (Sans indication de prix).

A. ERMAN - *La religion des Égyptiens*. Préface d'E. DRIOTON, traduction de H. WILD. Un vol. in-8, de 514 pages, avec de nombreuses figures et 8 planches hors texte. Payot, Paris. Prix, 50 fr.

H. H. AYROUT, S. J. - *Mœurs et coutumes des Fellahs*. Un vol. in-8, de 191 pages. Préface de M. A. ALLIX, professeur à l'Université de Lyon, avec 32 photographies, Payot, Paris, 1938. Prix, 25 fr.

C'est une véritable réhabilitation des civilisations africaines anciennes et modernes qu'entreprend Frobenius, le célèbre ethnologue et explorateur-philosophe du continent noir, dans ce volume où, outre les résultats de ses voyages dans presque toutes les régions africaines, il met à profit sa très grande connaissance du monde humain dans son ensemble; connaissance dont témoignent ses nombreux ouvrages. L'ancienne ethnologie et l'ancienne psychologie ethnique, celles de Spencer, de Bastian, de Tylor et de presque tous les ethnographes et historiens de la civilisation du siècle dernier, dominés par un esprit essentiellement naturaliste et mécaniste qui ne leur permettait pas plus de descendre dans les profondeurs de l'âme humaine, que dans celles de l'histoire vécue par chaque peuple, admettaient que l'Afrique nègre ou négroïde — des oasis du Sahara et des limites septentrionales du Soudan aux régions du Cap — n'aurait été habitée que par des tribus sauvages ou demi-sauvages auxquelles, seuls, les Arabes musulmans et les colons européens avaient apporté quelques lueurs de civilisation, sans tenir aucun compte de la chasse effrénée livrée aux populations afin de transporter des millions d'esclaves dans les plantations américaines. En opposition avec ces vues, après avoir étudié tout un ensemble de théories géniales concernant les éléments, à examiner pour juger correctement les attitudes et les réalisations civiles des diverses populations (théories qui rappellent sous certains aspects celles de Bergson sur la créativité propre de l'esprit humain), Frobenius soutient brillamment, appuyé sur des documents indiscutables, dont plusieurs figurent sur les magnifiques planches annexées au volume, que les plus infimes parmi les populations africaines ont eu dans leur passé une culture peu différente de celle qui nous est attestée par les œuvres pré-historiques et proto-historiques des peuples d'Europe, d'Asie et d'Amérique qui passent pour les plus élevées. Et s'il en appelle surtout, aux manifestations artistiques (dessins, ornementations de tissus, de récipients, d'instruments, d'armes, représentations rupestres d'animaux, de plantes, d'hommes; peintures, statuettes et idoles; temples et habitations; mythes, légendes, jeux, poésies, danses, chants, etc.) en les comparant à celles d'un peu toutes les régions les plus anciennement civilisées, c'est parce que, avec raison, il pense que l'art sous toutes ses formes, représente, autant que la philosophie, la fleur de la culture alimentée par une vision poétique et mystique du monde, de ses phénomènes et de ses productions naturelles, productions dont l'Afrique est, et surtout, était riche au delà de toute expression lorsque le Sahara et les zones contiguës de la Lybie, de la Nubie ainsi que le Calahari n'étaient pas encore, selon les données de la paléonto-

*

logie et de la palethnologie, les déserts qu'elles sont devenues mais, étaient presque aussi peuplées que l'Égypte actuelle et certaines parties de la Barbarie et du Soudan. Il s'agit donc, ici, d'un livre plein de suggestions dont on ne peut que recommander la lecture attentive et réfléchie de tous les chapitres.

***

Adolphe Erman n'a pas besoin d'être présenté aux lecteurs de « Scientia ». Sa réputation d'égyptologue est bien établie et M. Drioton, directeur du service français des antiquités égyptiennes, a raison d'écrire: « s'il est un ouvrage dont un égyptologue puisse être heureux de présenter la traduction à ses compatriotes, c'est bien le livre du prof. A. Erman, dont il faut remercier la librairie Payot d'avoir voulu cette édition française » qui, traduite par Wild d'après la troisième édition allemande de 1934, est supérieure à tout éloge. Et Drioton n'a pas moins raison d'ajouter que « la maîtrise incontestée du prof. Erman a trié tout ce qui était substance de bon aloi et le présente dans une synthèse d'une objectivité robuste », ajoutant que « si l'auteur, comme c'est son droit, y incorpore parfois quelque thèse qui lui soit personnelle, il ne sollicite pas les faits pour l'établir, et la discussion peut s'appuyer en toute sécurité sur les documents mêmes dont il argue. On ne saurait rien désirer de plus objectif, ni de plus solide ». De son côté, l'auteur avertit « que la religion des Égyptiens comprend, à côté des chats sacrés et des momies, bien d'autres choses, et si le lecteur voit que, dans leurs croyances apparaissent... des pensées et des sentiments dont n'auraient pas à rougir des religions supérieures, notre livre aura atteint son but ».

Naturellement, un livre aussi dense que celui d'Erman, refait deux fois depuis la première édition de 1905, qui n'était qu'une esquisse, et augmentée à chaque édition, ne peut être résumé. Tous les chapitres, du premier où il est question, en général, de la naissance de la religion égyptienne, de ses premiers caractères, de son traditionalisme marqué, à ceux qui traitent progressivement des conceptions, un temps anthropomorphiques et poétiques, des divinités, les majeures identifiées avec le soleil et l'univers, les mineures avec certains animaux propres à l'Égypte, pour la plupart ordonnées en familles ou fusionnées sur la base des légendes et des dogmes qui les concernaient, changeant, d'ailleurs, d'une partie à l'autre du pays, selon les circonstances historiques du royaume (invasion des Hyksos, tentatives de réforme religieuse, etc.), à ceux, enfin, concernant les rites, les fêtes religieuses et funéraires, les oracles, la morale, les croyances relatives aux âmes des morts, les pratiques magiques et les prédictions oniriques, les sacerdoces et leur organisation dans les différentes périodes de l'histoire d'Égypte jusqu'aux plus tardives, tous les chapitres, disons-nous, sont très riches de données tirées, avec une sûre critique, des monuments et des sources les plus directes. On ne peut donc que recommander cet ouvrage aux lecteurs de « Scientia », d'autant plus que dans les derniers chapitres il y est parlé de la grande influence qu'ont eu les idées égyptiennes sur les croyances religieuses et les doctrines mystiques et philosophiques des pays d'alentour et, en particulier, du monde gréco-romain, dans sa dernière période surtout.

***

C'est ici une des études les plus complètes et organiques sur le régime et la vie des fellahs, les cultivateurs de l'Égypte contemporaine. L'auteur,

après avoir rappelé que les fellahs mènent encore, grâce aux conditions climatiques et géographiques inchangées du pays, une existence substantiellement semblable à celle de leurs ancêtres de l'Égypte pharaonique, sauf en ce qui concerne les changements notoires survenus dans leurs croyances religieuses et la faible influence qu'exerce sur leur activité, mais plus faible encore sur leur mentalité, la situation générale de leur pays dans l'ensemble du monde civilisé moderne, recherche magistralement les rapports des fellahs avec l'État, de caractère oligarchique, et les riches propriétaires du sol, dont ils ne sont plus esclaves, mais qui exigent d'eux un travail peu dissemblable de celui qu'accomplissaient les anciens esclaves. Puis, après un chapitre d'informations sur les procédés de travail agricole de ces pauvres gens dont les familles se considèrent comme riches lorsqu'elles possèdent un tiers d'hectare de terrain environ, cultivé en céréales, coton, café, thé canne à sucre, etc., avec de primitives charrues tirées par des buffles ou des ânes, ou simplement labouré à la bêche ou à la houe, l'auteur en étudie le type anthropologique. Il en retrace, ensuite, les éléments générateurs, ainsi que les conditions sanitaires, alimentaires et vestiaires. D'autres chapitres suivent, aussi richement documentés, sur la construction des habitations et des villages, sur la vie de famille, les coutumes matrimoniales, les rites funèbres, les superstitions encore dominantes, nonobstant les indéniables progrès que, sous l'influence de l'école et des classes citadines, une petite partie des fellahs a réalisés. « Mais de ce progrès », conclut l'auteur, « il n'est pas résulté de mieux-être pour le fellah, son niveau de vie ne s'est pas modifié, ni ses procédés d'exploitation, pour la raison très simple qu'à cette évolution économique le fellah servait de soubassement... Ni les capitaux, ni l'industrie n'ont profité aux fellahs. Avant comme après le Pactole de 1920 » (dû à la vente du coton à de hauts prix) « leurs affaires financières sont aussi mauvaises, leur pauvreté aussi grande qu'il y a cent ans et mille ans » (p. 169). Et l'admirable renaissance civile de l'Égypte actuelle n'en a que bien peu modifié les conditions. « L'analphabétisme règne encore sur une écrasante majorité... 95% des fellahs sont illettrés. Et quand ils savent lire, ils restent étrangers au commerce des idées, car la langue écrite, le style des journaux et des livres n'est pas leur langage. La faiblesse des fellahs et leurs maux proviennent de leur immense ignorance dans un monde qui a évolué. Et cette renaissance que nous signalions plus haut accentue encore leur solitude et leur dépendance » (p. 170), « Ce sont — comme disait le Pape Pie XI des paysans du Mexique —, des millions d'êtres humains qui, fréquemment, vivent dans une condition si triste et si misérable qu'ils ne jouissent même pas de ce minimum de bien-être indispensable pour conserver la dignité humaine » (p. 184).

Torino, R. Università.

† Enrico De Michelis

RIVISTA DELLE RIVISTE – REVUE DES REVUES
REVIEW OF REVIEWS – ZEITSCHRIFTEN-UMSCHAU
REVISTA DE REVISTAS

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society - (London, Janvier 1938). — 1. « C. R. Davidson et L. S. T. Symms, *A Comparison Image Micrometer* » (*Un micromètre pour des images de comparaison*). — Les auteurs décrivent les résultats qu'ils ont obtenus avec un micromètre pour images de comparaison, appliqué à un réfracteur de 28 pouces à Greenwich. Dans « Mon. Not. Roy. Astr. Soc. », 92, 72, 1931, M. F. J. Hargreaves avait décrit une méthode pour l'amélioration de la mesure d'étoiles doubles. Cette méthode consistait à produire dans le champ du télescope une étoile double artificielle dont on pourrait varier la distance, la position, l'angle et l'éclat, de façon à la faire ressembler à une double étoile réelle. C'est d'après ce principe qu'il a construit un micromètre avec lequel il a obtenu d'excellents résultats et qu'il a envoyé à Greenwich, pour être appliqué à un réfracteur de 28 pouces. Un prisme Wollaston a été utilisé pour produire une double étoile, un Nichols contrôlait l'éclat relatif des composantes et l'article donnait une description détaillée de l'emploi de ces additions au micromètre original de M. Hargreaves. Des résultats très remarquables ont été obtenus avec l'appareil, dont les avantages sont particulièrement apparents dans le cas de couples clos. Dans les cas où il a été impossible de mesurer ceux-ci avec le micromètre filaire, en raison du chevauchement des disques de diffusion, on obtient avec le micromètre pour images de comparaison une vue suffisamment prolongée des noyaux pour se rendre compte si les images réelles et artificielles sont égales. Les auteurs pensent que ce que M. Hargreaves dit concernant la grande précision de son micromètre est pleinement justifié, et la comparaison entre les résultats obtenus avec son micromètre original monté sur un réflecteur de 12 pouces et ceux obtenus avec l'instrument de Greenwich concordent d'une façon remarquable. — 2. « H. Jeffreys, *Note on the State of the Outer Planets* » (*Note sur l'état des planètes extérieures*). — L'auteur corrige certaines interprétations erronées de ses précédents articles sur la prédominance du froid dans les planètes extérieures. Le présent article lui a été suggéré par un travail de M. B. M. Peek paru dans « Mon. Not. Roy. Astr. Soc. », en Juin 1937 dans lequel cet auteur avait exprimé des doutes concernant l'existence d'une profonde atmosphère et d'une épaisse couche de glace sur Jupiter. Dans un article publié dans « Mont. Not. Roy. Astr. Soc. », 84, 1924, le Dr. Jeffrey avait montré que l'explication de la radiation observée sur Jupiter et Saturne, sensiblement plus grande que celle qui pourrait s'expliquer par la radiation solaire, serait possible si ces planètes possédaient 1300 fois autant d'uranium par unité de surface qu'il en existe sur la Terre. Quelques-uns avaient pensé que ce n'était pas là une explication sérieuse. Une explication, proposée deux ans plus tard, prenait pour point de départ la radiation d'un corps noir, mais l'auteur ne croit pas qu'elle soit correcte. Il pense aujourd'hui que si la température de la surface de Jupiter est d'environ 150° absolus et si l'on opte pour la radiation solaire, la planète aurait eu le temps de perdre 5000 calories par gramme, chiffre qui n'a rien de déraisonnable. Dans des con-

ditions internes appropriées, la chaleur primitive suffirait à expliquer la différence entre les radiations observées et les radiations calculées. Pour ce qui est de l'épaisse couche de glace, l'auteur ne pense pas que son existence implique un état de froid interne, car si le gradient de température était tombé de plus de quelques degrés par kilomètre, la convection aurait cessé, le refroidissement aurait été négligeable et une température élevée aurait été possible. Le Dr. Jeffreys attache également une certaine importance à la suggestion de Wild, d'après laquelle la glace existerait sous la forme de la modification de Bridgman, c'est-à-dire sous celle d'une haute pression. Cette modification, à laquelle Bridgman a donné le nom de Glace VI, peut exister à des températures assez élevées. — 3. « F. G. Brown, *The inclinations to the Line of Sight of the Non-Galactic Nebulae* » (*Inclinaison des nébuleuses non-galactiques vers la ligne visuelle*). — L'étude de M. Brown est basée en premier lieu sur le catalogue de la partie nord des nébuleuses de Herschel ayant une déclinaison de —20°, mesurée à Heidelberg sur des plaques prises avec la lentille photographique de Bruce de 40 cm. et le réflecteur de 70 cm. Toutes les nébuleuses non-galactiques d'un diamètre 2′ et au-dessus ont été extraites de ce catalogue, et classées. Cela fait un total de 593 nébuleuses qui révèlent un excédent grand en apparence de petites inclinaisons par rapport à la ligne visuelle. En outre, 109 autres nébuleuses comprises également dans ce catalogue au-dessous du diamètre-limite révèlent les mêmes caractéristiques. Contrairement à M. E. Öpik qui avait prétendu il y une quinzaine d'années que c'était à la sélection photographique qu'était dû l'excédent de petites inclinaisons, M. Brown montre d'une façon assez conclusive qu'il n'en est pas ainsi et qu'il existe probablement une véritable orientation systématique des plans des nébuleuses dans l'espace.

M. D.

Weltall - (Berlin, Janvier 1938). — « K. Müller, *Neue Wege der Mondforschung* » (*Nouvelles voies de la Sélénologie*). — Le docteur Müller donne une vue générale du labeur collectif que, depuis quelques années, la fondation Carnegie poursuit sous la direction du professeur F. E. Wright, dans son laboratoire de géophysique à Washington, touchant l'étude de notre satellite. Au moyen d'un oculaire de polarisation, d'un spectrographe de polarisation, de cellules photo-électriques et de thermo-éléments, la commission, qui comprend quatre astrophysiciens, un représentant de la physique mathématique, un géophysicien et deux géologues, se livre à l'examen approfondi de la lumière lunaire. De ces recherches, le professeur Wright croit pouvoir déduire que la surface de la lune consiste non pas en granit ou calcaire dense, mais en éléments légers, analogues à la pierre ponce et aux cendres volcaniques. On utilise en particulier pour ces travaux l'étude de « lunes en miniature ». Les photographies de la lune, obtenues avec le grand réflecteur de Hooker à l'observatoire du mont Wilson, ont un diamètre de 0,350 m.; on les projette sur une sphère de bronze de diamètre égal. On peut alors les prendre de côté, de manière à les affranchir des éléments perturbateurs inhérents à la perspective. En même temps, un procédé ingénieux permet, en prenant ces vues, de réduire chaque fois presque à zéro le balancement de la lune autour de son axe (libration). En outre, si l'on recouvre la sphère d'une émulsion susceptible d'être impressionnée par la lumière, on y obtient directement des photographies, en employant un négatif au lieu du positif. Les vues susmentionnées doivent constituer un atlas lunaire spécial, dont les planches présenteront des dimensions beaucoup plus précises et plus sûres, obtenues beaucoup plus simplement que les cartes de la lune établies jusqu'à maintenant, fût-ce les moins défectueuses. L'auteur de la recension fait voir, par deux reproductions

des photographies, qu'on a pu également conjurer presque à la perfection les effets de la perspective, grâce à un procédé beaucoup plus simple, conçu et expérimenté par l'ingénieur Al. Niklitsckek, de Vienne. Cet exposé repose sur les travaux du professeur Wright, parus dans l' « American Scientific Monthly », février 1935 et dans l'« Annual Report of the Smithsonian Institution », Washington, 1936. A. F.

***

Revue générale des sciences pures et appliquées - (Paris, 31 Janvier 1938). — « PH. JOYET-LAVERGNE, *Le rôle du chondriome dans la respiration* » — Le chondriome est un élément essentiel de toute cellule vivante, ses fonctions dans la vie cellulaire sont très discutées; l'auteur donne un résumé succinct des recherches qui, par des procédés nouveaux, lui ont permis d'établir le rôle de cet élément dans la respiration. La localisation, dans la cellule vivante, de la zone des oxydo-réductions montre que ces réactions s'accomplissent sur le chondriome. Le pouvoir de catalyse d'oxydations, qualité fondamentale et très générale du chondriome, est d'un ordre de grandeur analogue à celui qui est nécessaire pour réaliser, dans la cellule, l'oxydation des métabolites. La démonstration expérimentale du rôle du chondriome dans la respiration résulte des constatations suivantes: la capacité d'oxydation d'une cellule et son intensité respiratoire sont directement proportionnelles à la teneur en chondriosomes de cette cellule. Un autre série de recherches de l'auteur a démontré l'existence de la vitamine A et du glutathion sur le chondriome. Le mécanisme des catalyses d'oxydoréductions du chondriome s'effectue par la collaboration de ces deux constituants. Warburg écrivait en 1934 que le problème de la respiration consistait désormais dans la recherche des catalyseurs qui, dans la cellule, assurent l'attaque des métabolites. La réponse apportée est la suivante: C'est grâce au pouvoir de catalyse du chondriome que se réalisent les oxydations des métabolites utilisés au cours de l'acte respiratoire. F. B.

Theoria - (Gotheborg, Janvier 1938). — « A. NESS, *Common sense and Truth* » (*Sens commun et vérité*). — Cet article donne un aperçu préliminaire des résultats statistiques obtenus dans l'étude de soi-disant théories de la vérité, énoncées par des gens qui ne sont pas des philosophes de professions et ignorent tout de la littérature sur cette question. La principale méthode employée est celle des enquêtes personnelles. Plus de 300 personnes furent interrogées. Leurs théories furent comparées aux théories correspondantes publiées par des philosophes et des savants s'occupant de problèmes philosophiques. On a examiné plus de 400 théories sur la vérité, depuis l'époque d'Aristote jusqu'à nos jours. Il ressort que le « sens commun » ne s'attache pas à certaines conceptions de la vérité, comme on l'a souvent prétendu. Tout au contraire: on retrouve chez les sujets examinés tous les types principaux de théories du vrai (théories de la correspondance, des écrivains pragmatiques, de la cohérence, théorie de l'impossibilité de définir la « vérité », etc.). On peut, selon Ness, affirmer que les personnes interrogées ont énoncé plus de 100 types de théories, dont certaines, il est vrai, sont exprimées de façon plutôt obscure et enfantine. A peu près tous les types de théories que l'on rencontre chez les adultes se retrouvent chez les personnes à l'âge postpubertaire. Le nombre des « sceptiques » augmente avec l'âge et l'instruction, mais très peu ont moins de 13 ans. Des discussions prolongées sur la notion de vérité entre des groupes de personnes examinées, et la comparaison des opinions des jeunes et des vieux révèlent une tendance à ré-

tenir des formules fondamentales (définitions de la vérité, etc.), tandis que les arguments sont soumis à un développement systématique. Ness affirme que le peu d'importance du développement des théories du vrai à mesure qu'augmentent l'instruction et les connaissances marque des différences très profondes entre les discussions scientifiques et philosophiques que l'on peut étudier expérimentalement.

P. F.

***

Mammalia - (Paris, Mars 1938). — « Ed. BOURDELLE, *Essai d'une étude morphologique des Equidés préhistoriques de France d'après les gravures rupestres.* — Les gravures et sculptures rupestres d'animaux découvertes en Europe occidentale et en particulier dans le Sud-Ouest de la France, depuis une trentaine d'années, ont déjà donné lieu à de nombreuses études parmi lesquelles celles de Capitan, Breuil, Peyrony, relatives aux grottes des Eyzies (Dordogne) sont des plus remarquables. Nous nous y sommes également intéressés-nous-mêmes, en ce qui a trait en particulier aux dessins d'équidés des Eyzies et, en collaboration avec notre collègue, R. Jeannel, nous avons, les premiers, étudié assez longuement les gravures d'équidés de la grotte de Portel (Ariège). Au vu de ces différentes études nous avons pensé que si les dessins d'équidés asino-hémioniens, relativement rares, et en tous cas peu variés, ne permettaient pas de reconnaître des types nettement distincts, les dessins d'équidés caballins au contraire très nombreux et de factures différentes pouvaient donner lieu à des interprétations diverses et permettre de reconnaître divers types. A notre avis cependant ces types ne sont pas aussi nombreux et aussi différenciés qu'on a pu tout d'abord le croire et s'apparenteraient tous, plus ou moins étroitement, au cheval sauvage de Prjewalski (*Equus caballus prjewalski*, Poliakow.), qui resterait leur ancêtre commun le plus proche. Un premier type, *ellipométrique, bréviligne, rectiligne*, très rapproché du cheval de Prjewalski, trouve sa plus belle expression dans les admirables sculptures de chevaux de l'abri dit de Cap Blanc aux Eyzies et dans nombre de dessins des grottes de Combarelles et de Portel. Si certains de ces dessins caractérisent des formes de chevaux déjà plus sveltes, plus élancés, plus longilignes, le plus grand nombre des autres se rapporte à des formes plus rablées et plus primitives qui caractérisent le cheval de Solutré et se rattachent aussi au cheval actuel de Camargue. Un deuxième type, *ellipométrique, bréviligne* ou *médioligne* et *concaviligne*, déjà nettement celtique, établit une transition entre le cheval de Prjewalski et les formes concavilignes bien différenciées des chevaux bretons et des Poneys de Shetland ou du Nord-Ouest de l'Europe actuelle. Un troisième type, *eumétrique, médioligne* et *convexiligne*, moins largement représenté dans les dessins rupestres et, aussi, moins varié et plus uniforme, correspond à des formes caballines nordiques. Dans l'ensemble on peut considérer que les trois types de chevaux primitifs français que révèlent les dessins rupestres de notre pays, gravitent encore assez étroitement autour du cheval sauvage de Prjewalski et ne représentent que l'extension de tendances morphologiques naturelles de ce type que l'on observe d'ailleurs encore à l'époque actuelle chez les sujets de cette espèce. P. F.

CONGRÈS ET RÉUNIONS

Premier Congrès International de Cosmobiologie (Nice - Monaco - Menton).

Le *Premier Congrès International de Cosmobiologie* s'est déroulé à Nice, Monaco et Menton, du 2 au 7 Juin 1938. Près de 300 adhérents ont fait la preuve de l'intérêt que suscitent les études qui étaient l'objet de cette manifestation internationale. Rapports et communications ont été répartis dans quatre sections:

PREMIÈRE SECTION: *Les périodes d'effervescence solaire et leur retentissement terrestre.* — M. Schaumasse (Observatoire de Nice) exposa d'abord l'état actuel de nos connaissances concernant la couronne solaire, les protubérances et les taches. Le Dr. Maurice Faure exposa ce qu'il a nommé la « loi des séries », c'est-à-dire l'apparition en série des accidents terrestres. C'est en 1921, que le Dr. M. Faure, avec la collaboration de M. J. Vallot, fondateur de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc et de G. Sardou, médecin météorologiste de Nice, put arriver à montrer que les séries d'accidents terrestres coïncidaient avec les périodes d'orages ou éruptions solaires. Depuis 1921, les recherches sur coïncidences se sont multipliées et MM. Belak (Budapest), Barail (New-York), Budai (Hongrie), Cadeot (Saint-Mézard), Ebergenyi (Debreczen), Kovacs (Debreczen), Memery (Gironde), Pospisil et Skala-Rosembaum (Tchéco-Slovaquie), Tchijevsky (Moscou), et Mme Henriette Hoffer (Paris) ont apporté au Congrès le résultat de leurs observations sur la corrélation des taches solaires, des épidémies, des accidents humains et animaux et des variations atmosphériques. Ces recherches s'expriment par des graphiques qui ont été présentés au Congrès et qui montrent la coïncidence des orages solaires avec la mortalité générale, la criminalité, les épidémies, les accidents de transports, etc. Enfin, MM. M. Faure, R. G. Keyser et Krafft ont traité de la relation des périodes d'effervescence solaire avec la position des planètes, agissant sur le Soleil comme la Lune agit sur la Terre pour provoquer des marées.

DEUXIÈME SECTION: *Le spectre solaire lumineux et les autres radiations émises par le Soleil.* — M. Boutaric (Dijon), a exposé l'ensemble de cette question, en étudiant l'origine et la mesure du rayonnement solaire, la cause atomique de l'émission de lumière et de chaleur par le Soleil, et ce que nous savons des autres radiations émises par cet astre. MM. Jausion, Saidmann (Paris), Casabianca (Yères), exposèrent les actions biologiques et pathologiques du rayonnement solaire. MM. Roffo (Buenos-Aires) et Gasquet (Nice) se préoccupèrent du rôle de la lumière solaire dans l'étiologie du cancer, maladie des cicatrices, et de l'action de la lumière monochromatique sur la cholestérine de la peau. M. Menkes (Genève), étudia les effets des rayons infra-rouges et Mme Troitsky ceux des rayons U.-V. sur les tissus vivants. MM. M. Faure et L. Mercier indiquèrent l'émission d'ondes hertziennes par les éruptions solaires, et leur effet terrestre sur les appareils radiophoniques. MM. Merlin et Julien confirmèrent cette action et montrèrent qu'ainsi la marche des appareils radiophoniques peut intervenir dans la notation des climats. Enfin, MM. Bertuzzi (Venise) et Mercier

(Paris) se préoccupèrent de l'action biologique et chimique de la lumière lunaire.

Troisième Section: *Les rayons cosmiques, la haute atmosphère et le magnétisme terrestre. La conductibilité électrique, etc.* — MM. Boutaric et Faure ont exposé l'état actuel de nos connaissances sur les rayons cosmiques, et M. Dejardin (Lyon), sur l'ozone atmosphérique. M. Dauzère a expliqué l'ionisation de l'air et M. Mercier a indiqué ses sources. MM. Eugster et Keyser résumèrent les très belles études sur les rayons cosmiques de MM. Hess, Heinz, Th. Graziadei, J. A. Priebsch et Baldauf, à l'Observatoire de l'Université d'Innsbruck. MM. Bertuzzi (Venise), Eugster (Zurich), M. Faure (Nice), Lenzi et Muzzioli (Modène), Raimondo Jemma (Bielle), se préoccupèrent des effets biologiques des rayons cosmiques et du champ magnétique; M. Roffo (Buenos-Aires) et M. Vles, Professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg, comparèrent les résultats obtenus sur les enfants et les animaux soumis à l'électricité atmosphérique, avec ou sans connexion au sol. M. Sagols (Montpellier) indiqua le rapport probable de cette action avec le transformisme des espèces animales et végétales. M. Denier (La Tour du Pin) décrivit un appareil pour la mesure instantanée de l'ionisation, le résultat de ces mesures et leur relation avec les états pathologiques. M. Louvrier (Cannes) montra l'influence des actions électriques atmosphériques sur les variations du baromètre. M. Biancani étudia l'électricité atmosphérique dans son ensemble et M. Pech (Mompellier), les variations de la conductibilité électrique de l'air, selon les lieux. M. Dias (Rio-de-Janeiro) parla des rythmes de l'organisme et des rythmes de l'Univers. M. Giuliani (Tivoli) étudia l'influence des radiations célestes sur les corps organisés.

Quatrième Section: *Relations biologiques et pathologiques de la météorologie. Les micro-climats. La radio-activité des roches et des eaux.* — Après les exposés généraux de MM. Cannegieter (Pays-Bas), Mörikofer (Suisse) et Mouriquand (Lyon), MM. Jausion, Negre et Giard indiquèrent le rytme équinoxial des mycoses; Rappert (Vienne), parla de la chirurgie et du temps, et Daniel G. (Marseille) des infections chirurgicales saisonnières. M. Kraph (Buenos-Aires) traita du rythme saisonnier et de la fréquence des maladies mentales. Le Professeur Gunzburg (Anvers) montra l'influence de l'humidité et de l'état atmosphérique sur les maladies. Le Dr. Carles (Paris) signala les influences météoriques et cosmiques sur l'organisme humain. Le Dr. Casabianca (Hyères) parla des états morbides en relation avec la météorologie. Le Dr. Courtois (Saint-Germain-en-Laye) indiqua l'action des phénomènes météorologiques sur les fonctions sexuelles des femmes. M. Huttl (Hongrie) signala 300 morts subites par embolie post-opératoire, en relation avec des phénomènes météorologiques. M. Baccino (Paris) montra l'action de la température sur la croissance des jeunes mammifères. M. Labignette (Paris) parla de l'influence de certains états atmosphériques sur les nerveux. M. L. B. De Viveiros (Rio-de-Janeiro) rechercha l'influence du milieu ambiant sur le métabolisme. MM. Dauzère et Delclaux, de Péret, parlèrent de la radio-activité des roches, de ses relations avec les chutes de grêle et de foudre, ainsi que de son action thérapeutique. M. P. Salvatore (Italie) parla de l'action tonique du sol. M. Desogus (Italie) montra les relations géologiques du goître en Sardaigne. M. Félix Regnault compara les populations des pays calcaires avec celles des pays granitiques. MM. Muller (Zurich), Pellet (Marrakech) et Tacquin (Safi) ont cité des observations remarquables d'électricité tellurique. M. Jules Regnault (Toulon) montra des appareils permettant de percevoir aisément les différences des radiations du sol, des habitations et des corps vivants, et exposa les recherches de M. Larvaron.

***

A la suite des rapports et communications classés dans ces quatre sections, se placèrent des travaux se référant à d'autres sujets, tels qu'une étude très remarquable de M. Houllevigue sur le neutron et son action biologique, et d'autres études de MM. Rolland (Vannes), Daniel G. (Marseille), Louis Najera (Cordoue), sur l'action biologique et thérapeutique des ondes courtes et des rayons X; du Professeur Kotsovsky (Roumanie) et de M. Guepin (Cannes) sur la vieillesse et la mort, examinées à la lumière de la cosmobiologie et de la conception colloïdale de la vie. MM. Faure, Hess, Demmelmair, Steinmaurer et Weis montrèrent les relations des aurores polaires et du magnétisme avec les rayons cosmiques et les accidents terrestres. MM. Risler et Thomas parlèrent des épidémies et des possibilités météorologiques d'une guerre bactérienne. MM. Harberlin et Perlewitz présentèrent un Atlas climatique et une étude sur l'électricité atmosphérique; Kanko (Pecs: Hongrie) une étude du pronostic du temps. M. S. Icard (Marseille) présenta une communication sur les phénomènes de sensibilité à distance observés sur le ver de terre; Schaffner (Nice), sur la mesure de l'univers par l'équilibre des corps dans l'espace; Duranton (Troyes) sur les cristallisations sensibles; U. Thuau, sur l'électricité et l'organisme humain; et M. E. Leonardi présenta ses études sur l'Unité de la Nature. Le dimanche 5 Juin, une séance fut consacrée à la projection de films, pris sous la direction de M. Leclerc, de la société astronomique de France; M. Lyot, de l'Observatoire de Meudon, et de l'Abbé Moreux, de l'Observatoire de Bourges, lors de l'éclipse totale du soleil du 19 Juin 1936 vue dans le Caucase et au Pic-du-Midi de Bigorre, etc. Ces films très démonstratifs obtinrent un vif succès.

***

Lors de la dernière séance du Congrès une « Association Internationale de Cosmobiologie » a été constituée. L'« Association Internationale de Cosmobiologie » aura des Comités dans chaque Nation et un Secrétariat général permanent à Nice, 24 Rue Verdi. Une Assemblée générale de l'Association sera tenue à San Remo, durant l'hiver 1938-1939, Le *Second Congrès International de Cosmobiologie* sera tenu à New-York, durant l'été 1939, sur l'invitation reçue de l'« American Society of Biophysic and Cosmobiology », récemment créée par le Dr. Barail, dans cette ville, en liaison avec l'« Association Internationale de Cosmobiologie ».

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

THE MYSTERY OF ε AURIGAE

The supergiant eclipsing binary epsilon Aurigae presents a unique problem that has defied solution for a quarter of a century. It is shown that a solution may be found that removes the difficulties previously encountered. This solution leads to the following picture: a supergiant F star (of roughly solar temperature) and a very much larger and cooler infrared star form a binary system, with a period of 27 years. During two years out of this period the F star is eclipsed by the infrared star. Although the eclipse is total the F star remains visible at all times; the infrared star only reduces the visible light of the F star to half its normal strength, like a thin cloud in the sky will weaken but not obliterate the light of the Sun. Rayleigh scattering by molecules cannot be responsible for the weakening of the light; it is suggested that electron scattering is responsible in a shell surrounding the infrared star on the side exposed to the ionizing radiation of the F star. This shell is comparable to the Heaviside layer of the Earth, formed by the solar radiation. This shell also causes the line doubling during the partial phases of the eclipse. Recent observations in the infrared are mentioned which confirm the picutre given independently.

Epsilon Aurigae is a star of the third magnitude not very far from the bright star Capella. For a quarter of a century the star has been considered an abnormal case in the class of eclipsing variables. An eclipsing variable is a binary star of which the components are so close together that periodically one component eclipses the other. This eclipsing effect causes the total light of the system to diminish, and from the variations of the total light which may be plotted in a so-called light curve, certain conclusions about the relative brightness and the diameters of the components can be drawn. Additional information is derived from radial velocity measurements, and from the spectral class of the system.

For many dozens of eclipsing variables such information is available. But in no other case than ε Aurigae was there (apparently) a striking contradiction between the photometric and the spectroscopic data. Even in 1934 Dugan in his excellent Finding List of Eclipsing Variables summarizes the case with the words: « Many puzzles ».

The puzzle which must be solved appears from the following description of the observations. Every 27 years the star goes into eclipse for a period of two years. During half a year the star gets fainter, then it stays constant for a year at half its original brightness, and then in another half year it comes back to normal, where it stays for 25 years. Further, the spectroscopic observations show that the star moves in a large orbit, also in a period of 27 years. The eclipse occurs in such a position of the orbit that it is clear that it is the visible star, which we shall call A, which is being eclipsed by another star, B.

A constant minimum, as we have in the present case, usually means that one component (A) is completely hidden during that time, the remainder of the light being due to B. It is easily seen

that for spherical, or even ellipsoidal stars (which will appear as circles or ellipses in projection) there is no obvious alternative.

Adopting this interpretation of the minimum it follows that A and B are equally bright, since half the light was left after A was obscured. The fact that A remained completely hidden by B for a whole year proves that B is much larger than A; in fact, it is easily seen that the diameter of B is three times that of A if we observe the orbit edgewise. If the orbit has an inclination different from 90° (with respect to a plane perpendicular to the line of sight), the ratio B:A may be as large as 10:1, or more. However, since we found that B and A are equally bright, B must be much fainter than A for equal areas, proportional to the square of the ratio of the radii. Hence the surface brightness of B cannot exceed 1/9 of that of A, and may be only 1/100 or less. But from this it immediately follows that the spectral types of A and B must be very different. One of the puzzles now is that the spectrum observed during the total eclipse, when A is hidden, is practically identical to that outside eclipse. Or we may say: the spectra of A and B seem alike, yet the surface brightnesses are very different. This conclusion contradicts all our well-established results, theoretical and empirical, on the formation of stellar spectra.

But there are other puzzles. If A and B are equally bright then both spectra should show at times that the relative orbital motion is large enough to separate the spectral lines. But no trace of a second spectrum can be seen outside eclipse. During the eclipse, when the two stars are moving across the line of sight, and hence have equal radial velocity, some times two spectra appear, however. This puzzling fact was found by Vogel and Eberhard as early as 1902.

Other contradictions of minor importance are found as well, but the picture presented will suffice to illustrate the problem before us.

Various explanations have been suggested to avoid one or another contradiction. One of them is that B is not a star but an elongated cloud of meteors, seven times as long as it is wide. In passing in front of A some of the light of A would remain visible, explaining the fact the spectral type does not change. The case would be similar to that of a dirigible passing through the sky over the solar disc, supposing that airship were longer, but narrower, than the apparent diameter of the Sun. But the secondary spectrum during the eclipse is not explained, and the cloud of meteors would not be stable.

Another suggestion has been that B is semi-transparent. But that contradicts the observed constant minimum. *A* would get fainter and fainter up to the point were it has reached the smallest distance from B's center, and then get brighter again.

The solution to this problem was recently found at the Yerkes Observatory. [1] The clew to the solution was the realization that the mass-luminosity relation provided the missing link in the chain of known data. This relation had been derived anew, purely empirically, with a greatly increased amount of observational data, so that even for the massive stars the relation was well established. The argument used is briefly as follows.

Not considering the interval of eclipse it is clear from the appearance of the spectrum that the spectroscopic observations relate to one star only, A, the star visible to the eye. This star is eclipsed every 27 years, which follows from the light curve and the radial velocities. From the radial velocity observations the so-called mass function is derived, which is a quantity involving the mass of B, that of A, and the orbital inclination. This inclination cannot be observed directly. Now let us adopt an arbitrary value for it. Then we have only two unknowns, the masses of A and B, and one equation, the mass function, relating the two. Suppose now that we knew the ratio of the masses; then both the masses would be known. The point of interest is that this mass ratio also enters as a factor in the *distance* between A and B, because the spectroscopic observations give us only the distance between A and the center of gravity of A and B. The dimensions of A and B in turn depend on the light curve and the distance between A and B. Hence the sizes of A and B involve the mass ratio. If therefore the mass ratio is adopted we not only find a value for the masses of A and B, but also a value for their dimensions. But since the surface temperature of A is known, Planck's law gives at once the luminosity of A. The mass ratio can therefore be fixed by the condition that the mass and the luminosity obtained for A satisfy the mass-luminosity relation. It appears that only one solution is found, and that the resulting mass ratio is well defined.

Hence, for each value of the inclination of the orbit only one solution of the masses and dimensions of the components is found which makes the visible star A fall on the mass-luminosity relation. Now it so happens that for most values of the inclination, physically impossible or improbable dimensions of A or B are obtained. Inclinations smaller than 65° make B so large that the tidal forces of A would break it up; and inclinations larger than 70° make A so large, and hence so bright, that it would be far brighter than any stable star that has been found either in the galaxy or in spiral nebulae.

The result that the orbital inclination is close to 70° is beautifully confirmed by independent evidence: it is also found from a detailed

[1] The technical article was published in the « Astrophysical Journal ».

study of the duplicities in the spectrum near the minimum, mentioned above. The explanation of these double lines is given below.

With an orbital inclination of 70° the diameter of B is found to be 14 times as large as that of A. The mass of A is about 36 times that of the Sun, and that of B about 25 times. The diameter of A is about 190 times that of the Sun, and that of B 2700 times. For the luminosity of A we find 11.8 magnitudes, or 52,000 times, brighter than the Sun; the visual brightness is greater than that of any other star known, but bolometrically the star is exceeded in brightness by VV Cephei A and by some very luminous O and B stars.

An interesting conclusion is derived when we suppose that B also satisfies the mass-luminosity relation (since this relation has not been tested for such extreme stars this assumption is not necessarily valid; later we shall find a striking confirmation of the approximate correctness). From the known value of the mass we find then that B is 1.0 magnitudes, or 2½ times, fainter than A. This value of the luminosity, or bolometric magnitude, refers to the sum of the heat radiations over all wave lengths, not merely to the intensity of the visual light. The diameter of B being extremely large, the heat radiation per unit surface area is very small, and hence its surface temperature is low, about 1350° K. The temperature of A is about 6300° K, slightly higher than that of the Sun.

The results so far obtained are based on the available observations, supplemented by the assumption that the components satisfy the mass-luminosity relation. We shall now derive other consequences, which will remove the « puzzles » mentioned before.

From the fact that the orbital inclination is close to 70° it follows that during the eclipse A is not hidden by the central part of B, but by B's envelope. This envelope must have an extremely low density, because even the average density for the whole star, which must be many powers of 10 higher, is only 10^{-9} times water (as follows immediately from the size and the mass given above), or equal to a laboratory « vacuum » with 0.0006 mm pressure!

This envelope is exposed to radiation from two different sources: the radiation coming out of B itself, and the radiation from A. Quantitatively the two radiations will be of nearly equal importance for that side of B which is exposed to A; because A radiates 1 magnitude more, but its center is about twice as far away as that of B. But the qualities of the radiations are very different. A's radiation is active photo-electrically, being strong in the violet and ultraviolet; but B's radiation is mostly soft infrared heat radiation.

The case before us is not so different from a more familiar one presented by the Earth's atmosphere, which is exposed to the radiation of the Sun, but belongs otherwise to a body of low temperature, the Earth. The Sun's far-ultraviolet radiation penetrates

the upper atmosphere to a certain depth, being completely absorbed in a certain layer which contains enough atoms to exhaust the radiation. In this layer a certain degree of ionization will be maintained by the radiation; this explains the wellknown Heaviside layer, which reflects radio waves. Since the degree of ionization is low, and hence the recombination to neutral atoms slow, the Heaviside layer is not destroyed immediately after sunset, but persists through the night.

In the atmosphere of the infrared component of epsilon Aurigae a similar Heaviside layer is formed, with the difference, however, that in that layer the ionization is very nearly complete. The recombination will therefore be fast, as soon as the ionizing radiation disappears. Hence the ionized layer is only present on that side of B which is immediately exposed to the radiation of A; a rotation of B would not be able to carry it over to the other side.

It is well known that charged particles scatter visibles light, but do not color it as Rayleigh scattering does. In other words, charged particles, like electrons, scatter light in a non-selective manner, that means an equal percentage of each color, so that the transmitted light is weakened but keeps its original color. This is contrary to scattering by molecules (Rayleigh scattering), which reddens the color of the transmitted light, as is well known from sunset colors.

The question now arises: could the « Heaviside layer » of B be sufficiently extensive to reduce the light of A seen through it to only half its original value? If that were the case we would have explained, first, that the minimum observed in visual light is equally deep to the minimum observed photoelectrically (wave lenghts 5500 and 4600 A respectively); second, that we observe a nearly *constant* minimum, because a *shell* would be able to produce such a minimum; third, that the spectral class during the minimum is the same as at other times; and fourth, we could then explain the line doubling during the minimum by *rotation* of the B component — in fact, the changes of the lines during the minimum suggest that strongly.

The question put in the preceding paragraph is answered in the affirmative, as an extensive theoretical investigation by B. Strömgren has shown. It was not only found that the shell (which is not quite spherical but more nearly spheroidal, the short axis being pointed at A) will produce a minimum of the type observed, but that the atoms in the shell will be raised to energy levels closely corresponding to those maintained by the atoms in the atmosphere of the A star. The reason for this remarkable fact is that the very low density in the shell offsets the low density of A's radiation. This explains at once why line *doubling* has been observed during the eclipse: the absorption spectra of A and the shell are alike.

The degree of asymmetry of the line doubling incidentally confirmed the value of the orbital inclination, 70°, and led to an equatorial velocity of B of about 50 km/sec.

Although we felt that the correct interpretation of this mysterious system had been found, — not only because the solution followed from the observations and from physical principles in a straightforward way, but also because all the difficulties previously encountered disappeared automatically, — yet an entirely independent confirmation was considered desirable, because it would throw light on one assumption made which was not beyond all doubt: that B satisfies the mass-luminosity relation. This confirmation has come less than a month ago. Obviously, one feature of the solution given was capable of a further test: Is the infrared intensity of ε Aurigae compatible with the presence of the hypothetical infrared component?

Two recent investigations have confirmed our predictions in a striking way. One was made by Hall at the Sproul Observatory of Swarthmore College, near Philadelphia, the other by Emberson, Loevinger, and Sterne at Harvard Observatory, near Boston. The last investigators measured the star with sensitive thermocouples, and found the total radiation to be in close agreement with the predictions; the results are not yet final, however, since the infrared radiation has not yet been measured separately, which is desirable in view of small variations in the light of A.

Hall's measures were made between 4500 A and 10,000 A with a photo-electric cell. They show conclusively that the infrared component contributes about 0.13 mag. to the radiation of the system at 9600 A. From this value, and the ratio of the radii, the ratio of the temperatures of A and B may be found, and hence the temperature of B. It was found to be about 100° higher than predicted, corresponding to a deviation of 0.3 mag. from the general mass-luminosity relation.

This result does not only confirm our work, but shows the extremely general validity of the mass-luminosity relation. For here we have a star which could almost fill up the space between Neptune and the Sun; with a mean density equal to a nice laboratory vacuum; with a surface temperature which is hardly stellar, but more appropriate in the fire place. And yet this star obeys the same relation between mass and total heat radiation as do stars as dense as water.

Two questions may occur to the reader. (1) Are there other known cases where an apparently total eclipse is nothing but a reduction of light caused by the star shining *through another star*? No other case has as yet been found. It requires a special combi-

nation, which is probably very rare in nature: a fairly hot star accompanied by an extremely tenuous cool star. Stars like the Sun have a sharply defined limb, and even ordinary giants are probably fairly well defined. But among super giants, like ε Aurigae, other cases may be found. (2) Is the infrared component of ε Aurigae the largest star now known? There is one rival case, VV Cephei. There are many similarities between ε Aurigae and VV Cephei. Both consist of a hot supergiant and a red companion of vast dimensions and low density. But the absolute temperature of the red component of VV Cephei is about twice that of ε Aurigae, and hence the luminosity is $2^4=16$ times as great. Furthermore, the radiation is shifted to two-times shorter wave lengths. These facts make the red component of VV Cephei master in its own atmosphere, with the exception of the outermost fringes, which seem to show an intermediate absorption spectrum.

It appears then that ε Aurigae is unique for its extreme conditions, and particularly so in presenting an astronomical phenomenon not found in any other system: an eclipse by a stellar Heaviside layer.

Chicago, The University, Yerkes Observatory.

G. P. KUIPER

ZEITBEWUSSTSEIN UND ZEITSCHEMA

II.

Das Zeitschema.

Für die Praxis und noch mehr für die wissenschaftliche Arbeit ist die quantitative Bestimmung der zeitlichen Relationen unentbehrlich. Sie führt zur Festsetzung eines Zeitschemas, das zunächst an das subjektive Zeiterleben anknüpfend die einfache Form der Zeit-Geraden annimmt. Die Ausdehnung des Zeitbegriffs vom subjektiven Erleben auf objektive, d. h. allgemein gültige Zeitrelationen, führt dann zur Ausbildung des konischen Schemas für den Zeitverlauf. Dieses letztere Schema vermag auch den relativitätstheoretischen Anschauungen gerecht zu werden.

Die exakt-wissenschaftliche Behandlung der Zeit oder besser der zeitlichen Beziehungen zwischen Ereignissen kann eines Zeitschemas nicht entbehren. Trotzdem nun das Zeitbewusstsein ursprünglich ganz sicher auf dem subjektiven Erleben zeitlicher Beziehungen beruht, so ist die Ausbildung eines im praktischen Leben, noch mehr aber eines in der Wissenschaft, insbesondere in der Naturwissenschaft brauchbaren Schemas an objektive Tatsachen geknüpft. Solche Tatsachen sind gleichförmige Bewegungen von Körpern in der uns umgebenden Natur, vor allem die Bewegungen von Himmelskörpern, (Achsendrehung der Erde) und Bewegungen an künstlichen Mechanismen (Uhren). Beide Arten von Bewegungen liefern uns einen in der Praxis und Theorie brauchbaren Massstab zur Messung von Zeitabschnitten.

Neben diesem rein quantitativen Zahlenschema gebrauchen wir aber auch ein räumliches Schema für den Verlauf der Zeit, nämlich die gerade Linie. Den Punkten dieser « Zeitlinie » ordnen wir die aufeinanderfolgenden Zeitmomente (« Zeitpunkte ») zu. Durch die Gegenwart, den « Jetztpunkt », wird die Zeitlinie in zwei Teile zerlegt, die beiderseits ins Unendliche verlaufen und die Vergangenheit und die Zukunft repräsentieren. Nun ist aber Vergangenes und Zukünftiges ein im strengsten Sinn Nichtwirkliches; nur das Gegenwärtige ist das Wirkliche, zumindest für das subjektive Erleben. Wenden wir das Schema der geraden Linie auf die Zeit an, so schrumpft die Gegenwart, das « Jetzt », zu einem Zeitpunkt zusammen; sie ist dann ebenso wie der Punkt ausdehnungslos. Ein ausdehnungsloser Moment, eine « Nullzeit », ist aber offenbar nicht geeignet der Träger unserer Erlebnisse zu sein; da unser bewusstes Erleben aber auch nicht der Vergangenheit und noch weniger der Zukunft angehören kann, so ist offenbar kein « Platz » auf der « Zeitlinie », wo wir es unterbringen könnten.

Die Psychologie hilft sich hier gewöhnlich mit dem Begriff der Präsenzzeit, d.h. sie schreibt dem realen Bewusstseinsakt eine Dauer von einigen Sekunden zu. Demgegenüber behaupte ich, dass jeder reale Bewusstseinsakt etwas im strengsten Sinn Gegenwärtiges ist; was in einer vergangenen Sekunde erlebt worden ist, gehört unwiederbringlich der Vergangenheit an. Eine Präsenzzeit, die ausser dem «Präsens» noch ein Stückchen Vergangenheit umfasst, ist ein Widerspruch in sich selbst. Nur in der Form der Erinnerung bleibt das Vergangene im Bewusstsein lebendig, aber die Erinnerungen an Vergangenes sind trotz ihrer Beziehung auf Vergangenes, ebenso wie die Erwartungen von Zukünftigem, im strengsten Sinn des Wortes gegenwärtig. Es gibt *anschauliche* Erinnerungsbilder, die sich auf unmittelbar vergangene Erlebnisse beziehen, und *gedankliche* Erinnerungen an weiter zurükliegende Erlebnisse, die keine oder nur ganz blasse Erinnerungsbilder im Bewusstsein darstellen; aber beide gehören der Gegenwart an und sind streng simultan mit dem auf Urimpressionen beruhenden aktuellen Bewusstseinsinhalt. Fragt man, in welchem Zeitabschnitt sich denn nun das aktuell gegenwärtige Erleben abspielen soll, so kann nur gesagt werden, dass das räumliche Schema, also die Zeitlinie, eben dem Gegenwartserlebnis nicht adäquat ist; denn die mit realem Erlebnis-Inhalt erfüllte Gegenwart kann nicht durch einen ausdehnungslosen Punkt auf der Zeitlinie dargestellt werden, aber ebensowenig durch eine kleine Strecke auf dieser Linie, weil alles, was auf dieser Linie oberhalb oder unterhalb des Jetztpunktes liegt, logischerweise zur Zukunft oder Vergangenheit gerechnet werden muss, also eben nicht mehr zur Gegenwart gehört. Hier versagt also das Linienschema.

Hingegen leistet uns das Schema der Zeitlinie wertvolle Dienste zur Veranschaulichung gewisser zeitlicher Relationen. Wir müssen dabei allerdings die Vielheit der im Bewusstsein zusammen gegebenen gegenwärtigen Urimpressionen und Erinnerungen in eine horizontale Linie auseinanderlegen; es ist nicht möglich, auf andere Weise die Bewusstseinselemente, die wir als simultan anzusehen haben, in ihrer Vielheit zu veranschaulichen. Im Unterschied davon soll die vertikale Linie die Zeitlinie bedeuten.

Zu dem Schema (Fig. 1) sei Folgendes bemerkt. Unter B_g ist der Bewusstseinsinhalt in einem bestimmten Moment, den wir auf die unmittelbare Gegenwart beziehen, zu verstehen, also vor allem die Summe der Wahrnehmungen, die auf frischen Impressionen im gegenwärtigen Augenblick beruhen. Die B_v und B_e sind Erinnerungsvorstellungen, also auf vergangene Erlebnisse bezüglich. Die B_v bedeuten diejenigen Erinnerungsbilder, die wir noch anschaulich zu produzieren und kontinuierlich mit den Wahrnehmungen von Gegenwärtigem zu einem einheitlichen in die nächste Vergangenheit zurückgehenden Bild oder sonstigen Vorstellungskomplex zu ver-

knüpfen vermögen, also z. B. zu einem kurzen Satz, einer Melodie, einer Bewegung eines Körpers. Die Gesamtheit dieser Bewusstseinsvorstellungen B_v kann (für einen bestimmten Moment) als primäres Gedächtnis bezeichnet werden. Demgegenüber wären dann die B_e als sekundäres Gedächtnis zu bezeichnen; sie bedeuten jene Erinnerungen, die nicht mehr kontinuierlich mit etwas Gegen-

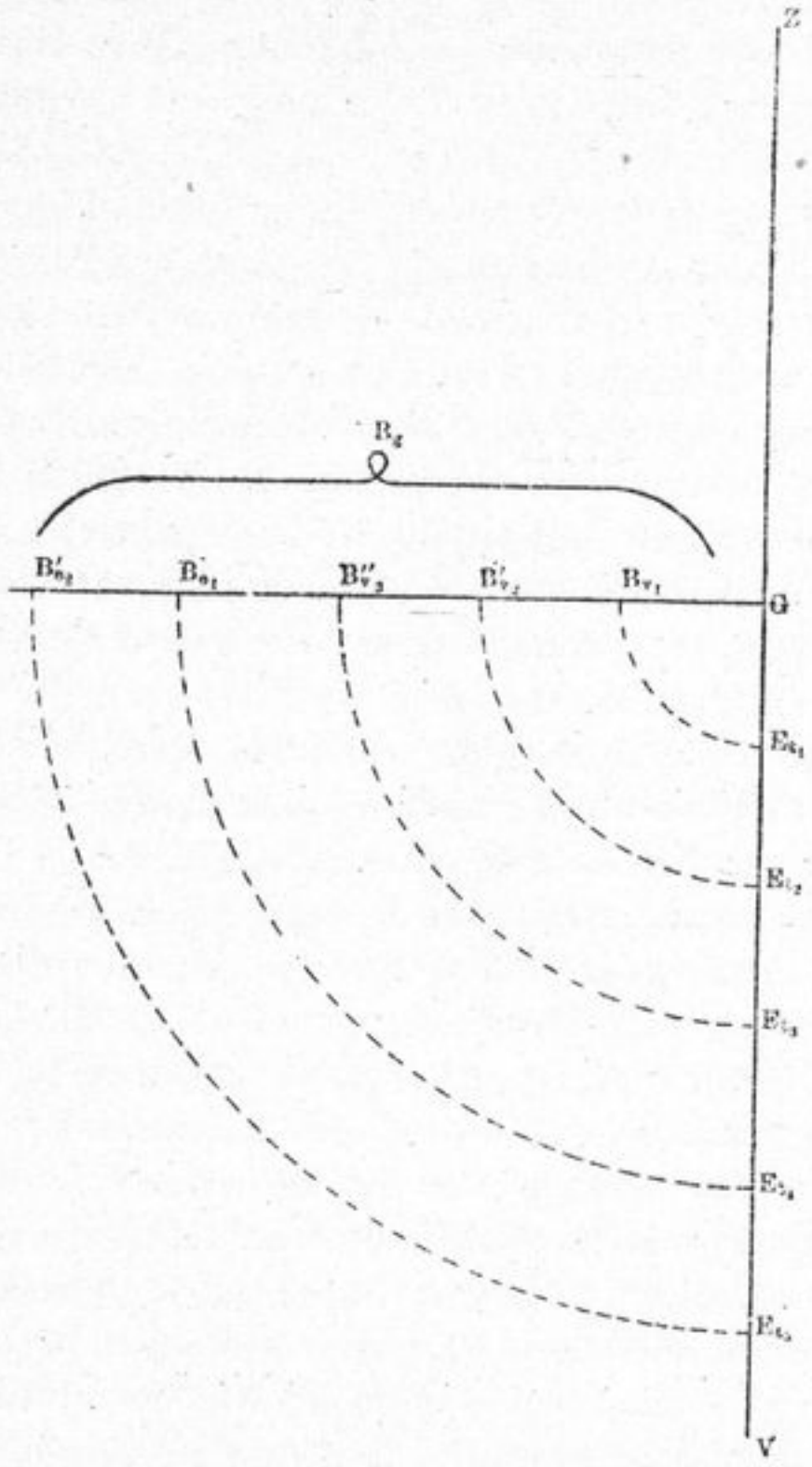


Fig. 1.

Zeitschema auf Grund subjectiver Erlebnisse. V: Vergangenheit. — G: Gegenwart. — Z: Zukunft. — B: bewusste gegenwärtige Erlebnisse. — E_t: Erlebnisse der Vergangenheit.

(Schéma de temps basé sur les souvenirs subjectifs. V: passé. — G: présent. — Z: futur. — B: perception consciente du présent. — E_t: sensation du passé).

wärtigem verschmelzen, sondern, durch einen gewissen Zeitraum geschieden, von dem Gegenwärtigen auch sachlich getrennt erscheinen. Ist das Temporalzeichen (v) dasselbe, dagegen B verschieden, so bedeuten die B_v, B'_v u. s. w. inhaltlich verschiedene Erinnerungen die sich aber auf denselben Zeitpunkt der Vergangenheit beziehen,

während ein Unterschied in den Temporalzeichen verschiedene Momente der Vergangenheit darstellt. Auf Grund der verschiedenen Temporalzeichen werden die sämtlichen Erinnerungen in einem gegenwärtigen Moment als Erlebnisse (E_t) auf die Zeitlinie projiziert, und zwar sämtlich auf den die Vergangenheit darstellenden Ast. Weisen die B keine inhaltliche Verschiedenheit auf, so bedeuten die B_{v1}, B_{v2}, B_{v3} inhaltlich gleiche Vorstellungen, die nur eine zeitliche Verschiedenheit erkennen lassen, also etwa die Vorstellung eines Körpers, dessen gegenwärtiger Eindruck auf uns derselbe ist wie die unmittelbar vorangehenden Eindrücke, wodurch das Bild eines in unveränderter Ruhe beharrenden Körpers entsteht. Es ist leicht verständlich, dass sich in diesem Fall die Erinnerungsbilder, die nur durch ihre Temporalzeichen, nicht aber durch ihren Inhalt sich voneinander unterscheiden, für das Bewusstsein nicht leicht trennbar sind. Dem entspricht die Tatsache, dass wir z. B. beim Anstarren eines ruhenden Gegenstandes das Zeitbewusstsein leicht ganz verlieren. Man kann annehmen, dass die Vorstellung eines unverändert beharrenden Objekts und damit die Vorstellung der abstrakten Dauer überhaupt gar nicht zustandekämen, wenn nicht den inhaltlich gleichen B_{v1}, B_{v2}, B_{v3} die inhaltlich verschiedenen B'_{v1}, B''_{v2}, B'''_{v3} u.s.f. parallel gehen würden.

Solange wir es nur mit den unmittelbaren Erlebnissen eines einzigen Beobachters su tun haben, besteht kein Grund, von dem Linienschema für die zeitliche Ordnung der Erlebnisse abzuweichen; wir können dieses Schema auf die objektiven Ereignisse übertragen, die unseren Erlebnissen korrespondieren. Wir sind aber gezwungen, anzunehmen, dass die wirklich von einem einzelnen Beobachter in einem bestimmten Augenblick erlebten Ereignisse nur einen verschwindend kleinen Bruchteil der gleichzeitig im ganzen Universum sich abspielenden Ereignisse darstellen. Wenn nun unser Linienschema für alle diese Ereignisse hinsichtlich ihrer zeitlichen Bestimmtheit brauchbar sein soll, so muss der Begriff der Gleichzeitigkeit räumlich getrennter Ereignisse eindeutig bestimmbar sein, d.h. es muss für jedes räumlich noch so weit von dem Beobachter getrennt sich abspielende Ereignis festzustellen sein, ob es mit einem Ereignis, das sich am Ort des Beobachters abspielt, zeitlich zusammenfällt oder nicht.

Hier ergibt sich eine Schwierigkeit, auf welche u. a. Robb hingewiesen hat.[1] Halten wir für die zeitliche Aufeinanderfolge von Augenblicken an dem Linienschema fest, indem wir jedem von einem Erlebnis erfüllten Augenblick einen Punkt der Zeitlinie zuordnen, so muss der Satz gelten: wenn ein Augenblick A weder vor noch nach einem Augenblick B ist, so sind die Augenblicke A und

[1] *A Theory of Time and Space*, 1914; *The absolute Relations of Time and Space*, 1921.

B identisch; es folgt dies aus dem Linienschema einfach daraus, dass, wenn von zwei Punkten einer Linie der eine weder vor noch hinter dem zweiten liegt, die beiden Punkte zusammenfallen müssen.

Was veranlasst uns nun aber überhaupt, von einem Zeitpunkt zu sagen, er sei später als ein anderer? Robb antwortet: wir nennen einen Zeitpunkt B später als einen Zeitpunkt A, wenn ein Ereignis im Zeitpunkt A Ursache eines Ereignisses (einer Wirkung) im Zeitpunkt B sein kann. Dieser Satz erinnert lebhaft an die Auffassung von Kant: das post hoc ist in Wahrheit ein propter hoc. Dieser

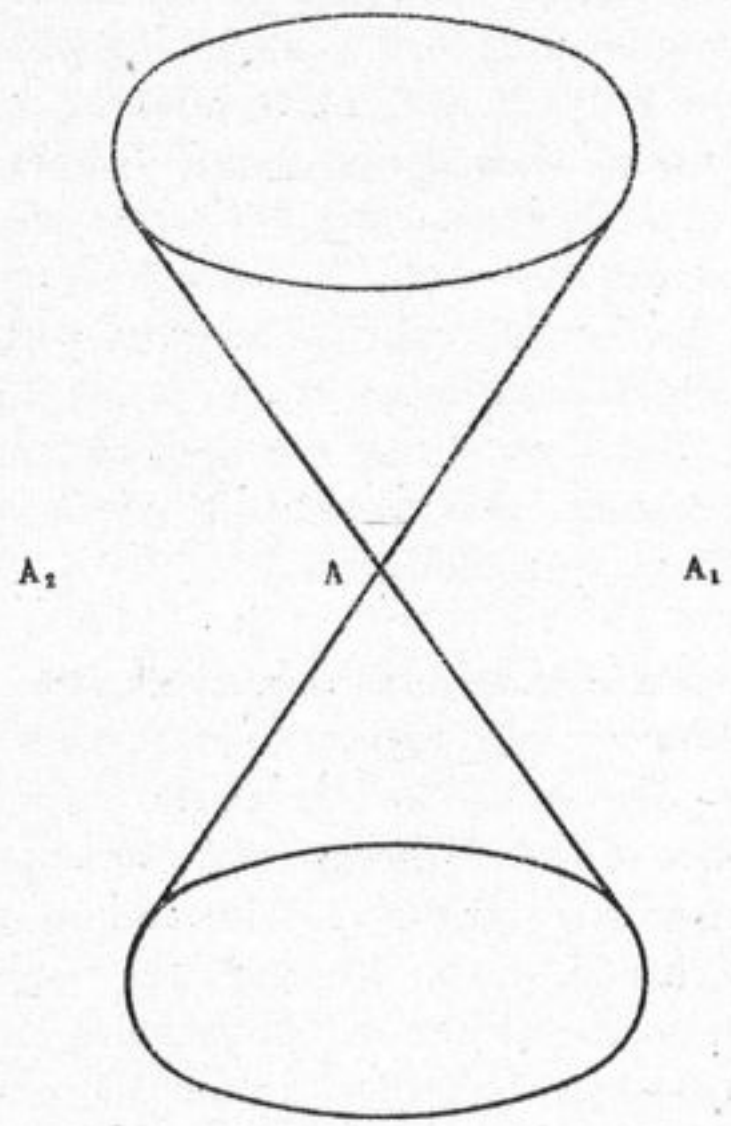


Fig 2.

Konisches Schema der Zeit, nach Robb.
(Schéma conique du temps, d'après Robb).

Satz wird allerdings schwerlich richtig sein, wenn wir nur unser subjektives Zeiterleben berücksichtigen; hier sind es sicher nicht kausale Beziehungen in gegenwärtigen und vergangenen Augenblicken, die die Vorstellung des Früher und Später in uns hervorbringen; denn die einfachsten Formen zeitlich aufeinanderfolgender Erlebnisse, so z. B. die Wahrnehmungen auf einanderfolgender Töne in einer Melodie stehen untereinander gar nicht in einem ursächlichen Zusammenhang; das Bewusstsein des Früher und Später geht psychogenetisch sicher dem Bewusstsein von Ursache und Wirkung voraus.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir nicht mehr die zeitliche Aufeinanderfolge von subjektiven Erlebnissen, sondern von objek-

tiven Ereignissen ins Auge fassen und vor allem, wenn wir dabei auch Ereignisse, die sich an beliebigen Orten abspielen, berücksichtigen. Für die Zeitpunkte solcher Ereignisse wird allerdings gesagt werden können: Die Anschauung einer zeitlichen Aufeinanderfolge solcher « objektivierter » Augenblicke ist für uns nur dann gegeben, wenn wir die Möglichkeit von Wirkensbeziehungen zwischen ihnen feststellen können. Ein Beispiel mag dies verdeutlichen. Es möge Punkt 12 Uhr an einem Ort A ein Lichtsignal aufleuchten und an einem Ort B, der 600.000 km von A entfernt ist, um 12 h 2" eintreffen. Dort soll es reflektiert werden und um 12 h 4" wieder nach A zurückkommen. Es besteht also eine Wirkensbeziehung zwischen den bezeichneten drei Augenblicken; infolgedessen ist ihre Zeitfolge sicher festgelegt. Hingegen gibt es keine Wirkensmöglichkeit zwischen den Augenblicken 12 h 1" am Ort A und 12 h 2" am Ort B, desgleichen keine zwischen den Augenblicken 12 h 2" und 12 h 3", wenn nämlich angenommen wird, dass keine Wirkung in der Natur schneller ist als die Lichtgeschwindigkeit. Ist also für die zeitliche Aufeinanderfolge zweier Augenblicke die Wirkensmöglichkeit vom einen zum anderen das entscheidende Kriterium, so sind die zuletzt bezeichneten Augenblicke zeitfolgeunbestimmt. Das Schema der zeitlichen Aufeinanderfolge von Augenblicken kann daher durch Punkte einer geraden Linie nicht adäquat ausgedrückt werden, denn auf ihr ist jeder Punkt vor oder hinter einem beliebigen anderen; wenn also die Punkte der Linie den Zeitmomenten entsprechen, so wären *alle* Momente zeitfolgebestimmt. Als adäquates Schema für die Zeitfolge führt nun Robb an Stelle der geraden Linie die konische Ordnung ein. Ein beliebiger Augenblick wird durch einen Punkt A dargestellt (Fig. 2). Die Augenblicke vor und nach A werden aber nicht durch Punkte einer Linie, sondern durch einen Doppelkegel mit der Spitze A dargestellt; alle auf oder im unteren Kegel liegenden Punkte stellen die Augenblicke vor A, alle auf oder im oberen Kegel liegenden Punkte die Augenblicke nach A dar. (Fig. 2). Die Punkte, die wie z. B. A_1 und A_2 nicht auf oder in einem der beiden Kegel liegen, stellen dann die relativ zu A zeitfolgeunbestimmten Augenblicke dar. Der Einwand liegt nahe, dass wir nicht unbedingt sicher wissen können, ob man nicht doch Wirkungen finden wird, die sich schneller als das Licht fortpflanzen. Aber die Erwägung von Robb, die zur Annahme von zeitfolgeunbestimmten Augenblicken an getrennten Orten führt, bleibt richtig, wenn wir auch eine viel grössere als die Lichtgeschwindigkeit in der Natur entdecken sollten. Nur wenn die Geschwindigkeit der Wirkungen unendlich gross wäre, also *keine* Zeit brauchte, um an den entferntesten Orten in jedem Augenblick momentan Wirkungen hervorzurufen: nur dann wäre die Zeitfolgeunbestimmtheit irgendeines Augenblickes ausgeschlossen.

Dieses konische Zeitschema ist, wie man sieht, unabhängig von relativitätstheoretischen Erwägungen von Robb aufgestellt worden; sein Schema hat nun aber durch die Relativitätstheorie bei Minkowski, Eddington, Reichenbach u. a. eine äusserst interessante Bestätigung und Erweiterung gefunden. Diese Erweiterung ist darin begründet, dass für die Beurteilung von Raum-und Zeitlängen der Bewegungszustand der Beobachter bestimmend ist. Haben z. B. zwei Ereignisse für einen Beobachter den zeitlichen Abstand Null, so sind sie für diesen gleichzeitig; aber für einen an-

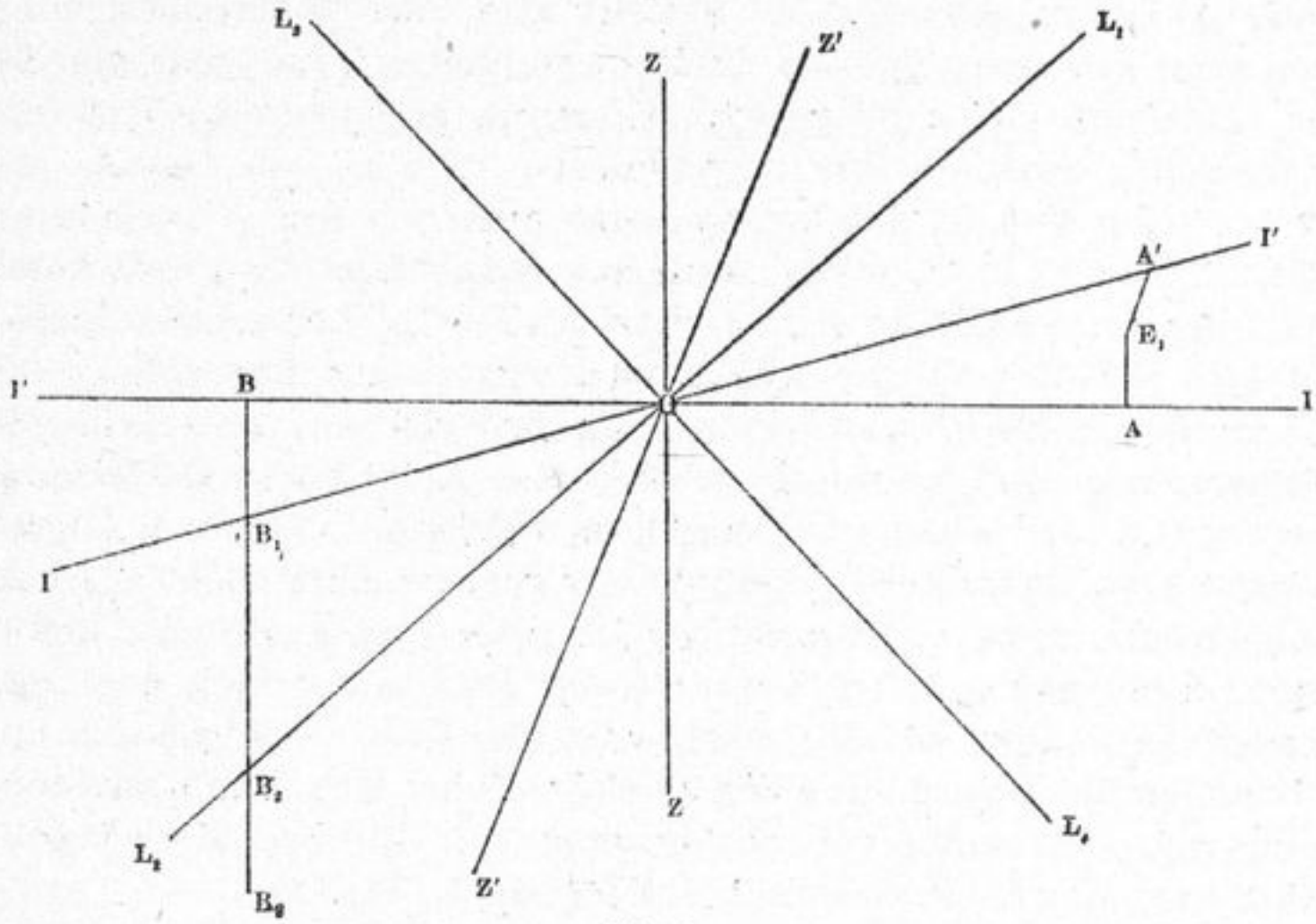


Fig. 3.

Zeitschema nach Eddington. OB: der Weg des Lichtes in der Zeiteinheit, ist in der Figur als räumliche Längeneinheit genommen.

(Schéma de temps d'après Eddington. OB: chemin parcouru par la lumière dans l'unité de temps; OB est, sur la figure, pris comme unité de longueur spatiale).

deren Beobachter, der gegenüber dem ersten mit einer Geschwindigkeit v bewegt ist, ist der zeitliche Abstand der beiden Ereignisse durch die bekannte Lorentz-Transformation bestimmt, also im allgemeinen von 0 verschieden. Damit haben wir ein zweites Moment, das bei der Feststellung der zeitlichen Bestimmtheit von Ereignissen berücksichtigt werden muss und ebenfalls durch das einfache Linienschema nicht darstellbar ist. Wohl aber ist dies möglich, wenn wir das Schema von Eddington (Fig. 3) der Darstellung zu Grunde legen.[1] Der Punkt O in diesem Schema bedeutet das « Jetzt-Hier », also nicht nur einen Raumpunkt, sondern auch einen Zeit-

[1] Vgl. EDDINGTON, *Das Weltbild der Physik*, Vieweg, 1931, S. 50 ff.

punkt für einen Beobachter. Die Linie I verbindet die Orte der Ereignisse, die sich gleichzeitig mit O abspielen; sie heisst die « Jetztlinie »; die zu ihr senkrechte Linie Z stellt die Zeit dar. Wenn also ein Ereignis durch einen « Weltpunkt »[1] E_1 in der Figur 3 dargestellt ist, so heisst dies, dass das Ereignis im räumlichen Abstand O A und im zeitlichen Abstand A E_1 relativ zu O sich abspielt. Setzt man fest, dass die nach oben gerichteten (positiven) Zeitordinaten die Zukunft bedeuten, so würde das Ereignis für den Beobachter in O also erst in der Zukunft stattfinden.[2]

Wenn sich ein Ereignis in der Ferne abspielt, also etwa in B, das 300.000 km von O entfernt sein soll, so braucht es eine gewisse Zeit, um in O wahrgenommen zu werden. Ist das Ereignis ein Lichtsignal, so würde es eine Sekunde brauchen, bis es in O als « jetzt » erfolgend wahrgenommen wird. Sein Weltpunkt wäre also B_2, wobei O B = 300.000 km und B B_2 = 1 Sekunde ist. Das Ereignis selbst gehörte natürlich der Vergangenheit an, daher die Zeitordinate B B_2 nach unten gerichtet ist. Die Linien $L_1 L_2$ und $L_3 L_4$ bedeuten die Linie dessen, was in O jetzt *gesehen* wird, kurz die Lichtlinien; die Punkte dieser Linie sind die Weltpunkte von Ereignissen, die mit Lichtgeschwindigkeit nach O gelangen, also z. B. ein Lichtsignal, das in B abgegeben wird und nach O gelangt. Würde das Licht keine Zeit brauchen, um von einem beliebig entfernten Ort nach O zu kommen, so würden die Zeitordinaten verschwinden; Lichtlinie und Jetztlinie würden zusammenfallen. Da jedoch das Licht eine endliche Zeit braucht, um endliche Wege zurückzulegen, ist es unmöglich, dass wir das, was in der Welt gleichzeitig geschieht, auch gleichzeitig sehen. Die Lichtlinien sind daher die unerreichbaren Grenzlagen für die Jetztlinien.

Denken wir uns nun einen zweiten Beobachter, ebenfalls im Punkt und Moment O, aber in einem anderen Bewegungszustand als der erste, so müssen die Werte der räumlichen und der zeitlichen Abstände der Ereignisse für ihn andere sein als für den ersten Beobachter, entsprechend den Lorentz-Transformationen. Ausgenommen sind die Ereignisse, die sich mit Lichtgeschwindigkeit nach O auswirken, also z. B. Lichtsignale. Bekanntlich wird der Wert der Lichtgeschwindigkeit für alle Beobachter bei gleichförmiger Bewegung ohne Rücksicht auf ihre Geschwindigkeit als konstant gefunden. Daraus folgt, dass die Lichtlinien für alle gleichförmig bewegten Beobachter in O dieselben sein müssen. Die Jetztlinie und die Zeitlinie (I' und Z' in der Fig. 3) liegen aber für den zweiten Beobachter in O anders als für den ersten. Wird nun ein Ereignis für beide Beob-

[1] Man beachte, dass die Lage eines Weltpunktes sowohl durch seinen räumlichen wie auch durch seinen zeitlichen Abstand von einem Anfangspunkt O bestimmt ist.

[2] Ereignisse, die durch einen Weltpunkt T_1 zwischen L_1 und L_4 (oder zwischen L_3 und L_2) darzustellen sind, sind für einen Beobachter in O nur denkbar, nicht wahrnehmbar.

achter durch einen Weltpunkt E_1 dargestellt, so erkennt man, dass nicht nur die räumlichen Abstände des Ereignisses von O für beide verschieden sind, sondern vor allem, dass die Zeitkoordinaten $E_1 A$ und $E_1 A'$ nicht nur verschiedene Grösse, sondern auch verschiedene Richtung haben, für den einen positiv, in die Zukunft weisend, für den zweiten negativ, also in die Vergangenheit gerichtet! Kommen wir hier aber nicht auf absurde Folgerungen? Wenn Vergangenes und Zukünftiges für den zweiten Beobachter vertauscht sind, dann ist es wohl gar möglich, dass auch Ursache und Wirkung vertauscht sind, also für einen der Beobachter die Wirkung der Ursache vorangeht?

Warum dies auch unter den Voraussetzungen der Relativitätstheorie nie möglich ist, können wir wieder unserem Schema entnehmen.

Denken wir uns beliebig viele verschieden bewegte Beobachter in O, so werden ihre Jetztlinien zwar alle verschiedene Lagen haben, aber sie werden doch alle in dem Raum zwischen den Lichtlinien L liegen müssen, ebenso wie die in der Figur gezeichneten Linien I und I'. Schon oben wurde erwähnt, dass die Lichtlinien eine Grenzlage darstellen, welche die Jetztlinien nie erreichen können.

Betrachten wir nun ein Ereignis, das sich im räumlichen Abstand O B von O abspielt. Was bedeutet es, wenn dieses Ereignis durch den Weltpunkt B_2 auf der Lichtlinie dargestellt wird? Sein zeitlicher Abstand von O ist in diesem Fall = $B B_2$; es ist dies die Zeit, die ein in B sich abspielendes Ereignis (z. B. ein Lichtsignal) braucht, um von B nach O zu kommen. Wenn es also im Augenblick O wahrgenommen wird, so muss es sich in einem zeitlichen Abstand $B B_2$ vor O abgespielt haben; die Strecke O B ist der Weg, den das Licht in der Zeit t (= $B B_2$) zurückgelegt hat.

Wie verhält sich nun die Sache, wenn der Weltpunkt des betrachteten Ereignisses B_1 (diesseits der Lichtlinie) oder aber B_3 (jenseits der Lichtlinie) ist? In beiden Fällen hat das Ereignis denselben räumlichen Abstand O B von O. Hingegen ist der zeitliche Abstand des Ereignisses von O im ersten Fall kleiner, im zweiten Fall grösser als $B B_2$. Das heisst: im ersten Fall ist auch ein Lichtsignal nicht imstande, die Strecke O B in der durch den Abstand $B_1 B$ bezeichneten Zeitstrecke zurückzulegen, da die Zeit $B B_1$ kürzer als $B B_2$ ist; im zweiten Fall dagegen ist der zeitliche Abstand des Ereignisses von O grösser als die von dem Lichtsignal für die Strecke O B gebrauchte Zeit.

Erinnern wir uns nun des Kriteriums für die Zeitfolge zweier Augenblicke A und B. Diese Zeitfolge soll dann absolut festgelegt sein, wenn ein im Augenblick A eingetretenes Ereignis im Augenblick B eine Wirkung haben kann. Wenn wir nun wieder voraussetzen, dass die schnellste in der Natur mögliche Wirkung mit Lichtge-

schwindigkeit vor sich geht, so erkennt man, dass eine Wirkung wohl von den mit B_2 und B_3 dargestellten Augenblicken, nicht aber von dem Augenblick B_1 aus der räumlichen Entfernung O B für den Augenblick O am Ort O möglich ist; denn im letzteren Falle müsste die Wirkung sich mit Ueberlichtgeschwindigkeit von B nach dem Raumpunkt O fortpflanzen. Daraus folgt, dass die Augenblicke B_1 und O, zwischen denen eine Wirkung nicht möglich ist, zeitfolgeunbestimmt sind, während die Augenblicke B_2 (bzw. B_3) und O zeitfolgebestimmt sind, denn zwischen ihnen sind Wirkungen möglich. Diese Erwägung gilt nun für alle Beobachter in O, weil ihre Jetztlinien ausnahmslos in dem Raum zwischen den Lichtlinien liegen. Die durch Weltpunkte in diesem Raum dargestellten Ereignisse bzw. die Augenblicke, in denen sie sich abspielen, sind relativ zu O zeitfolgeunbestimmt (so z. B. E_1); hier ist es denkbar, dass für den einen Beobachter das Ereignis früher als O, für den anderen später als O stattfindet. Zwischen den betreffenden Augenblicken ist aber, wie gezeigt, keine Wirkensbeziehung möglich.

Hingegen sind Ereignisse, die durch Weltpunkte in den Räumen $L_3 OL_1$ und $L_2 OL_4$ bezeichnet sind, für alle Beobachter relativ zu O entweder vergangen oder zukünftig, also zeitfolgebestimmt; das muss aber auch so sein, denn zwischen den Augenblicken, in denen sich diese Ereignisse abspielen, und dem Augenblick O ist eine Wirkensbeziehung möglich. Es wäre ein Widersinn, hier eine Zeitfolgeunbestimmtheit anzunehmen, in dem Sinn, dass für den einen Beobachter die Wirkung nach, für den anderen aber vor der Ursache stattfinden könnte. [1]

Unsere Figur beschränkt sich auf die Veranschaulichung von Ereignissen, die sich auf einer einzigen Linie im Raume abspielen. Doch ist die Verallgemeinerung sehr einfach: lässt man die Jetztlinie um die Zeitachse rotieren, so erhält man den Raum für Ereignisse, die sich in der Ebene durch O senkrecht zur Zeitachse abspielen; die Lichtlinien aber beschreiben einen Doppelkegel, der die absolute Vergangenheit und die absolute Zukunft darstellt. Indem wir nun für jeden beliebigen Punkt im Raum dieselbe Konstruktion ausgeführt denken, gelangen wir zu einer alle denkbaren Ereignisse im Raum und in der Zeit erfassenden Verallgemeinerung unseres Schemas.

Graz, Universität.

K. SAPPER

[1] Die Räume $L_3 OL_1$ und $L_2 OL_4$ entsprechen den Kegelräumen im Robb'schen Schema (Fig. 2); die Räume $L_1 OL_4$ und $L_3 OL_2$ den Räumen, in denen A_1 und A_2 im Robb'schen Schema liegen.

LA SYNTHÈSE EN CHIMIE ORGANIQUE

La connaissance des principes qui constituent les êtres organisés, végétaux ou animaux, a rapidement révélé qu'un petit nombre d'éléments concouraient à leur formation: carbone, hydrogène, oxygène, azote; assez souvent, soufre et, plus rarement, phosphore. L'étude de ces principes a bientôt révélé les secrets des transformations que l'on peut faire subir aux corps organiques et il en est résulté une véritable Science, la Chimie organique. L'un des buts que s'assigna la Chimie organique, très tôt, fut de reproduire les corps naturels; si dès le commencement (jusqu'en 1850, en gros), cette possibilité apparut comme téméraire parce que quelques hommes éminents n'y croyaient pas en raison de ce que leur origine à partir des corps vivants présumait une force vitale, on fut bientôt convaincu du contraire. Le chimiste en a reproduit un grand nombre par les seules forces chimiques et physiques convenablement maniées, et il sait en préparer une multitude d'autres que la nature ne nous fournira jamais tout en étant aussi précieuses, comme l'antipyrine, les matières colorantes dérivées de l'aniline, les explosifs, certains parfums, etc. La théorie prévoit des milliards et des milliards de composés organiques; des centaines de mille ont déjà été préparées. L'article qui suit a pour but de montrer dans quel esprit, le chimiste organicien procède pour élaborer l'édification d'une molécule organique donnée. Pour cela, il procède à des décompositions plus ou moins profondes et ensuite à la recomposition ou synthèse du corps initial par l'union de ses parties; il peut, de proche en proche, atteindre les éléments et à partir de ceux-ci reconstituer des corps déterminés; c'est ce que l'on appelle une synthèse totale.

Le mot synthèse (*συνθεσις*, en grec; action de composer, de réunir) possède en chimie son sens étymologique. Il désigne les opérations qui consistent à réunir des éléments plus ou moins nombreux pour en composer un tout.

De telles opérations ont forcément pour préliminaires la connaissance des éléments ou parties de tout. Lorsque Lavoisier exprima ses idées géniales, il n'hésita pas à placer la connaissance chimique sur un double plan: analyse et synthèse. Il suffira de le citer pour montrer la clarté de ses conceptions: « La Chimie présente « en général deux moyens pour déterminer la nature des parties « constituantes d'un corps, la composition et la décomposition. « Lors, par exemple, que l'on a combiné ensemble de l'eau et de l'esprit « de vin ou alcool et que par le résultat de ce mélange on a formé « l'espèce de liqueur qui porte le nom d'eau-de-vie dans le commerce, « on a droit d'en conclure que l'eau-de-vie est un composé d'alcool « et d'eau, mais on peut arriver à la même conclusion par voie de « décomposition et, en général, on ne doit être pleinement satisfait « en Chimie qu'autant qu'on a pu réunir ces deux genres de preuves ».

« On a cet avantage dans l'analyse de l'air de l'atmosphère; « on peut le décomposer et le recomposer..... ».

Évidemment, les exemples de Lavoisier ne sont pas idéalement choisis, puisqu'il s'agit de mélanges et non de combinaisons définies, mais parlerait-on de ces dernières que les expressions seraient identiques.

Il nous serait loisible aujourd'hui, ayant décomposé, par exem-

ple, du chlorure de sodium par électrolyse en chlore et sodium, de combiner ces deux éléments pour reconstituer le chlorure de sodium, réalisant ainsi l'analyse et la synthèse de ce sel.

Mais si on scrute le passé et même le présent de la Chimie, tout n'est pas aussi simple. Synthèse et analyse souvent sont loin de présenter toujours une réciprocité parfaite. Tantôt, c'est l'analyse qui est complète, tantôt, c'est la synthèse; plus rarement, les deux. En une multitude de circonstances, on se borne à résoudre un des côtés du problème. Le plus souvent aussi, on se contente d'une généralisation satisfaisante pour l'esprit. On peut même affirmer que le côté analytique pris au sens absolu n'est, fréquemment, qu'une fiction. Autant il nous serait facile, avec du calcium, de l'oxygène et du carbone, de préparer successivement de la chaux et du gaz carbonique par union respective du calcium et du carbone avec de l'oxygène, puis de combiner la chaux et le gaz carbonique pour faire du carbonate de calcium, autant il nous serait difficile d'effectuer les opérations inverses. Nous réussirions bien à décomposer le carbonate de calcium en toute sa chaux et en tout son gaz carbonique, mais nous nous heurterions à des difficultés énormes, sinon à des impossibilités, si de cette chaux et de ce gaz carbonique, nous avions la prétention de mettre en bocaux sous forme de corps simples, et intégralement, le calcium, le carbone et l'oxygène qui constitueraient des échantillons donnés. Peu de chimistes oseraient affirmer de réussir.

On peut même dire que c'est déjà beaucoup d'avoir ramené le problème précédent à l'union de la chaux et du gaz carbonique. S'il s'agissait d'un phosphate, nous ne pourrions même pas en séparer réellement l'anhydride phosphorique et la chaux.

Dans d'autres cas, c'est au contraire l'analyse qui a déterminé la composition avant que l'on sût exécuter la synthèse. Tel est le cas de l'ammoniaque NH_3.

Les mêmes considérations pour l'analyse seraient valables en Chimie organique, si tant est que l'on considère la séparation en corps simples: la chose n'est envisagée comme telle que dans quelques cas très rares, par exemple, dans la décomposition explosive de l'acétylène C_2H_2, laquelle conduit à du carbone et à de l'hydrogène, [1] mais une décomposition quantitative d'un principe ternaire ou quaternaire en ses éléments ne se tente même pas et ne viendrait pas à l'idée du chimiste organicien.

Cependant, sans en avoir fait la synthèse, on a su établir la composition des substances organiques: pour cela, on a recours à des transformations totales en éléments ou substances de composition connue, celle-ci étant elle-même établie par la synthèse ou

[1] Et encore le charbon d'acétylène ne donne pas 100% de carbone à l'analyse.

l'analyse; par exemple, le carbone est transformé en gaz carbonique CO_2; l'hydrogène en eau H_2O; l'azote, en ammoniaque NH_3, ou bien il est libéré en nature, etc. Des poids de gaz carbonique, d'eau, d'ammoniaque ou d'azote recueillis, on passe par le calcul à celui des éléments qui les ont fournis. Ce n'est que tout récemment qu'on s'est ingénié à doser directement l'oxygène; des milliers et des milliers de composés oxygénés ont leur évaluation en oxygène mesurée seulement par la différence entre le poids de la matière initiale et ceux des éléments dosables. Ceci d'ailleurs avec une exactitude suffisante pour qu'il n'y ait pour ainsi dire jamais eu d'erreurs sur les formules.

Cette extrapolation est permise puisque la composition du gaz carbonique a été établie par la combinaison d'un poids donné de carbone pur avec l'oxygène et celle de l'eau par la combinaison d'un poids également connu d'oxygène (emprunté à un oxyde) avec l'hydrogène; dans ces cas, on ne pèse qu'un élément à l'origine et l'on déduit le poids de l'autre par différence entre le poids de la combinaison et celle du constituant pesé initialement. Ainsi opérèrent, par exemple, Dumas pour l'eau; Dumas et Stas, pour le gaz carbonique. Ce n'est qu'assez récemment que d'autres savants se préoccupèrent de la masse d'hydrogène employée. Si nous insistons sur ces détails, c'est pour montrer que la connaissance des constituants n'est révélée que par un détour.

Quoiqu'il en soit, l'analyse des composés organiques en raison de l'intérêt qu'elle présente comme connaissance primordiale a été poussée à un tel degré de perfection qu'elle permet de déterminer avec la plus grande exactitude le nombre des atomes de chaque espèce qui entrent dans une combinaison déterminée, même en n'opérant que sur des milligrammes si on s'est outillé en conséquence. D'autres moyens fixent ce que l'on appelle la grandeur moléculaire et ainsi se trouvent exprimés les résultats par des formules telles que $C_nH_mO_p$ ou $C_nH_mO_pN_q$, etc.

Mais cette connaissance, si elle est un échelon indispensable, est loin d'être suffisante. Les théories courantes et les lois simples de l'enchaînement des atomes de carbone et de la valence conduisent à l'isomérie qui apporte une complication et aussi un intérêt extraordinaires aux investigations chimiques. Supposons que nous ayons, par l'analyse, trouvé une formule telle que $C_{20}H_{42}O$ et que, par ailleurs, nous ayons prouvé que c'est un alcool, la théorie nous enseigne qu'il peut exister 82.299.275 corps ayant cette formule, dont 82.287,516 possédant le pouvoir rotatoire et 11.759 ne pouvant l'acquérir. Si 1000 chimistes fabriquaient chacun 823 alcools par an, soit 2 à 3 par jour, ils mettraient 100 ans pour obtenir tous les alcools en $C_{20}H_{42}O$. Mais il leur faudrait, dans l'état actuel, plutôt plusieurs semaines pour obtenir chaque alcool actif qu'une demi-journée.

Cela laisse entendre quel labeur immense la Chimie organique possède en perspective.

Ce serait, pour le moment, une folie que de vouloir traiter les problèmes de Chimie organique en les considérant sous l'aspect de la préparation purement systématique de tous les corps d'une formule donnée. En réalité, le chimiste s'occupe de ceux qu'il tient à posséder, soit en raison de leurs applications, soit en raison d'un intérêt théorique actuel et cette besogne ainsi limitée ne manque pas d'ampleur. Pour situer le problème, rappelons-en les phases principales.

Après avoir traité les matières d'origine vivante, tissus et organes d'animaux et de végétaux, par les méthodes les plus brutales, telles que l'incinération, les premiers chimistes procédèrent à des distillations. Ce fut presque une occupation fondamentale pendant le XVII^e siècle; à cet égard, on peut citer Bourdelin, pharmacien, membre de l'Académie royale des Sciences, qui, inlassablement pendant 29 années, à la demande de cette Académie, distilla et distilla des milliers de substances les plus hétéroclites, pour y trouver constamment du « flegme », un «esprit acide » ou un « esprit ardent », du « sel volatil », de « l'huile du sel fixe » et une « tête morte », ainsi que le constata avec admiration le célèbre chimiste Homberg qui eut à juger du travail.

Pendant le XVIII^e siècle, surtout dans la seconde moitié, on procède plus délicatement: on évapore, on précipite, on décompose les précipités par voie humide; on concentre, etc., fait cristalliser, on distille avec précaution, etc. Ainsi, Rouelle trouve approximativement l'urée qu'il appelle « matière savonneuse de l'urine »; Scheele, habile entre tous, isole une multitude de matières définies d'origine végétale et animale, donnant le signal d'une chimie extractive qui se développa rapidement. On obtint ainsi des substances bien déterminées, des principes définis, comme l'urée, l'alizarine, le glycocolle, l'acide urique, la mannite, l'asparagine, la quinine, la morphine, l'acide benzoïque, l'acide citrique, etc., etc. Comme tous ces corps étaient extraits de matériaux organisés, leur étude se sépara de celle des produits retirés des minéraux et constitua la Chimie organique. Cette étude ne se limita naturellement point à ces principes eux-mêmes et aux transformations qu'on savait leur imposer. On vit rapidement que ces transformations obéissaient à des règles et à des lois dont la connaissance et l'édification devinrent bientôt le but principal de la Chimie organique.

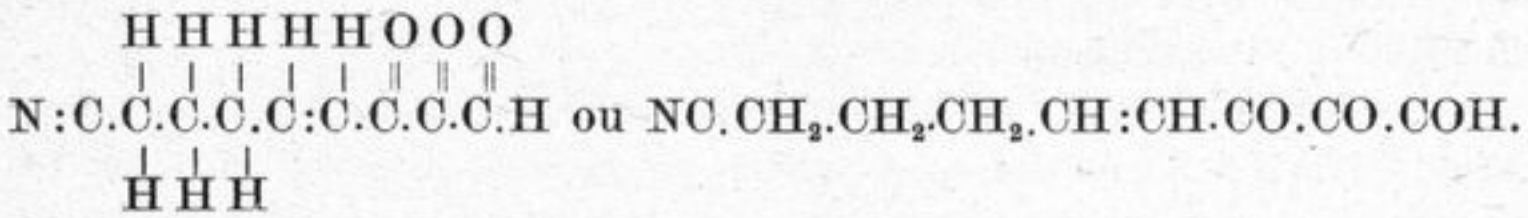
Aujourd'hui, nous sentons que nous serions capables de reproduire pour ainsi dire n'importe quel corps organique dont nous avons découvert ou raisonnablement imaginé la structure: les exemples les plus remarquables nous sont fournis par la reproduction ou la synthèse de certaines hormones, vitamines, alcaloïdes,

glucosides ou autres. Tous ne sont pas encore obtenus artificiellement, mais ce n'est qu'une question de temps et de patience, chaque problème suscitant la recherche de méthodes nouvelles.

Au point de vue philosophique, c'est évidemment une acquisition considérable, dont nous nous proposons de déterminer les limites et la portée.

Tout d'abord, comme nous l'avons dit plus haut, étant donné que l'analyse nous a fourni une composition déterminée $C_nH_mO_pN_q$, il s'agit de savoir comment ces *n* atomes de carbone, ces *m* atomes d'hydrogène, ces *p* atomes d'oxygène et ces *q* atomes d'azote sont agencés entre eux.

Pour fixer les idées, imaginons qu'il s'agisse d'un acide retiré principalement de l'urine des herbivores, l'acide hippurique $C_9H_9O_3N$. En nous appuyant sur la quadrivalence du carbone, la trivalence de l'azote, la bivalence de l'oxygène, la monovalence de l'hydrogène, c'est-à-dire sur la faculté qu'ont les éléments carbone, azote, oxygène et hydrogène de s'unir soit entre eux, soit avec leurs voisins, par quatre, trois, deux ou une liaison, nous pourrions rechercher quelles sont les formules imaginables pour représenter $C_9H_9O_3N$; il y en aurait une multitude; par exemple, la formule suivante:



correspondrait à la composition analytique; nous voyons tout de suite que nous pouvons faire toutes sortes de permutations entre les CH_2 et les CO ou CH sans changer la composition, par exemple:

$$NC\,.\,CO\,.\,CH_2\,.\,CO\,.\,CH : CH\,.\,CH_2\,.\,CH_2\,.\,COH$$

$$NC\,.\,CO\,.\,CH : CH\,.\,CH_2\,.\,CO\,.\,CH_2\,.\,CH_2\,.\,COH, \text{ etc., etc.}$$

On devine quel nombre considérable de substances on pourrait ainsi échafauder. Il ne faudrait pas cependant omettre que les groupes – CH:CH – ne peuvent circuler que d'une seule pièce, mais comme d'autre part, ils donnent lieu à l'isomérie dite cis et trans, ils comptent bel est bien pour augmenter le nombre des permutations possibles.

Ajoutons que l'on peut écrire des formules telles que:

$$NC\,.\,CH_2\,.\,CH\,(CH_3)\,.\,CH : CH.\,CO.\,CO.\,COH$$

$$NC\,.\,CH\,(CH_2\,.\,CH_3)\,.\,CH : CH.\,CO.\,CO.\,COH, \text{ etc.,}$$

et une multitude d'autres susceptibles chacune de permutations diverses. De ces corps présentant ainsi même composition globale, on dit qu'ils sont *isomères*. S'il fallait se mettre à l'œuvre pour

réaliser des isomères jusqu'à ce que l'on tombe sur celui qui s'identifierait avec l'acide hippurique, il y faudrait une patience inlassable. C'est là plus qu'ailleurs qu'il faut appliquer le célèbre principe de Pascal: «Diviser chaque difficulté en autant de parcelles qu'il « se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre ».

Dans le cas de l'acide hippurique, on a observé très tôt (Dessaignes, 1845) qu'il pouvait se scinder sous l'influence des acides bouillants en acide benzoïque et glycocolle (ou sucre de gélatine), selon l'équation:

$$\underset{\text{Ac. hippurique}}{C_9H_9O_3N} + \underset{\text{Eau}}{H_2O} = \underset{\text{Ac. benzoïque}}{C_7H_6O_2} + \underset{\text{Glycocolle.}}{C_2H_5O_2N}$$

Voilà donc une expérience qui ramène les difficultés à deux corps plus simples. Avant d'aller plus loin, nous pouvons vérifier que la réunion des deux composants redonne de l'acide hippurique: c'est ce que fit précisément Dessaignes (1853); nous sommes donc à même de reproduire de l'acide hippurique avec ses produits de décomposition les plus immédiats.

Les opérations de ce genre sont fréquentes en Chimie organique: on leur donne le nom de synthèses partielles, réservant le nom de synthèses totales à celles qui sont effectuées de proche en proche à partir des éléments. Dans le cas précédent, de nouvelles connaissances sont nécessaires: comment l'acide benzoïque et le glycocolle sont-ils eux-mêmes constitués?

En ce qui concerne l'acide benzoïque, nous savons que dirigé sur de la pierre ponce chauffée, il se scinde en gaz carbonique et benzène:

$$C_7H_6O_2 = CO_2 + C_6H_6$$

Voilà donc une nouvelle acquisition. Certes, on ne saurait réunir le gaz carbonique et le benzène d'une façon simple, mais c'est là précisément le talent que de choisir des générateurs de grande activité chimique qui viennent suppléer à l'inertie des substances qu'il convient de réunir. Dans le cas particulier, il existe un corps $COCl_2$ connu depuis 1812, désigné sous le nom d'oxychlorure de carbone ou de phosgène lequel résulte de l'union de l'oxyde de carbone CO et du chlore, de même que le gaz carbonique résulte de celle de l'oxyde de carbone et de l'oxygène:

$$\underset{\text{Oxyde de carbone}}{CO + O} = \underset{\text{Gaz carbonique}}{O:C:O:} \qquad CO + Cl_2 = \underset{\text{Oxychlorure de carbone}}{O:C:Cl_2}$$

Or, si le gaz carbonique ne s'unit pas au benzène, l'oxychlorure de carbone sous l'influence du chlorure d'aluminium le fait aisément. Par l'un de ses atomes de chlore, il arrache un atome d'hydrogène du benzène, qui se change en C_6H_5, tandis que le reste $O:C<^{Cl}$ en

prend la place, de sorte que l'on obtient un corps connu sous le nom de chlorure de benzoyle $C_6H_5.CO.Cl$ que l'eau décompose en acide benzoïque et acide chlorhydrique. Ce que l'on écrit:

$$\underset{\text{Chlorure de benzoyle}}{C_6H_5 . CO . Cl} + H_2O = \underset{\text{Acide benzoïque}}{C_6H_5 . CO(OH)} + ClH$$

Etant donné que la réaction est bien celle qui vient d'être décrite nous apprenons du même coup que l'acide chlorhydrique a été formé aux dépens de l'eau à laquelle le chlore arrache un atome d'hydrogène, tandis que le résidu HO- de l'eau prend la place même du chlore, d'où la formule de l'acide benzoïque:

$$C_6H_5 . C\begin{cases} =O \\ -O . H \end{cases}$$

Nous avons donc fait une nouvelle synthèse partielle, celle de l'acide benzoïque, grâce aux détours employés. Il nous faut maintenant réaliser celle du benzène: ici, rien de plus aisé. Berthelot a montré qu'il suffisait de chauffer l'acétylène C_2H_2 au rouge sombre pour en associer trois molécules:

$$\underset{\text{Acétylène}}{3\ C_2H_2} = \underset{\text{Benzène}}{C_6H_6}$$

Comme, à son tour, l'acétylène se forme par l'union directe du carbone et de l'hydrogène dans l'arc électrique nous voyons que cette fois nous arrivons à la synthèse totale. D'échelon en échelon, nous pouvons donc écrire:

$C_2 + H_2 = C_2H_2$ . . . . . Synthèse de l'acétylène
$3\ C_2H_2 = C_6H_6$ . . . . . Synthèse du benzène
$C + O = CO$ . . . . . Synthèse de l'oxyde de carbone
$CO + Cl_2 = CO\,Cl_2$ . . . . . Synthèse de l'oxychlorure de carbone
$C_6H_6 + COCl_2 = C_6H_5CO . Cl + HCl$ . . . . Synthèse du chlorure de benzoyle
$C_6H_5 . CO . Cl + H_2O = C_6H_5 . CO . OH + HCl$. Synthèse de l'acide benzoïque.

Nous pourrions, de même, effectuer la synthèse de l'autre partie de l'acide hippurique, celle du glycocolle et montrer que sa formule

est $H_2N . CH_2 . C\begin{cases} =O \\ -OH \end{cases}$

Comme l'acide hippurique se forme aisément avec du chlorure de

benzoyle et du glycocolle avec élimination d'acide chlorhydrique nous pouvons enfin écrire: [1]

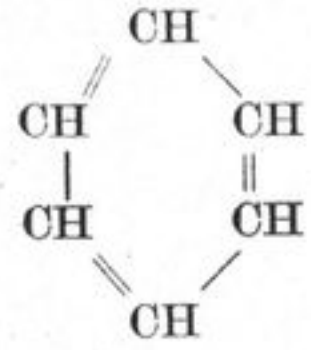
$$C_6H_5 . CO . Cl + H_2N . CH_2 . C(=O)OH =$$

$$= C_6H_5 . CO . NH . CH_2 . C(=O)OH + ClH$$

Acide hippurique

La formule de l'acide hippurique se trouve ainsi démontrée par la synthèse étayée sur une démolition analytique raisonnée qui nous a bien vite écarté des formules de fantaisie décrites plus haut.

Il nous resterait à développer la structure du benzène C_6H_6 pour en faire ressortir toutes les liaisons. On nous croira sur parrole en admettant qu'il s'écrit:



En plus compliqué, nous pourrions exposer une multitude d'autres synthèses. Les méthodes seraient plus ou moins difficiles à suivre, mais procèderaient du même esprit. Il va de soi qu'elles s'appliquent aux substances non dérivées des produits naturels, que le chimiste est appelé à rencontrer lors de ses études. Bien qu'il sache ce qu'il a utilisé, il ne lui est pas toujours possible de préciser à coup sûr les modes d'union des ingrédients et il doit se livrer à un travail semblable à celui dont nous venons de développer les linéaments bien rudimentaires, s'il veut prouver les structures qu'il admet.

Tel est l'esprit de la synthèse en chimie organique. Il ne s'est pas imposé dès l'origine. D'abord, il fallait bien commencer par isoler des substances assez nombreuses avant de s'inquiéter de leur constitution. On a beaucoup dit, et répété a satiété, qu'une certaine croyance à une force vitale empêchait les chimistes de la première moitié du XIX[e] siècle de penser qu'il pourraient jamais reproduire les produits naturels.

C'est évidemment ce que disait encore Berzelius, en 1849, dans son traité de Chimie:

« Dans la nature vivante les éléments paraissent obéir à des « lois tout autres que dans la nature inorganique; les produits qui

[1] Par ailleurs, on démontrerait que le chlore est bien enlevé par un des atomes d'hydrogène liés à l'azote.

« résultent de l'action réciproque de ces éléments, diffèrent donc « de ceux que présente la nature inorganique. Si l'on parvenait « à découvrir la cause de cette différence, on aurait la clé de la Chi- « mie organique. Mais cette théorie est tellement abstruse que « nous n'avons aucun espoir de la découvrir, du moins quant à pré- « sent. Néanmoins, nous devons faire des efforts pour en appro- « cher; car nous finirons par y arriver, ou bien nous serons arrêtés « à une limite que nos investigations ne sauraient dépasser ».

De même en 1842, Ch. Gerhardt en présentant à l'Académie des Sciences sa classification chimique des substances organiques avait écrit:

« J'y démontre que le chimiste fait tout l'opposé de la nature vivante; qu'il brûle, détruit, opère par analyse; que la force vitale seule opère par synthèse; qu'elle reconstruit l'édifice abattu par les forces chimiques ».

Mais comme le disait Berzelius, on devait finir par arriver à la théorie de la Chimie organique et cela si vite qu'en 1853, Gerhardt à la lumière des conquêtes faites en quelques années modifiait ses conceptions et au lieu de définir la Chimie organique comme doctrine de démolition seulement, il écrivait dans l'Introduction de son Traité de Chimie organique:

« La Chimie organique s'occupe de l'étude des lois d'après « lesquelles se métamorphosent les matières qui constituent les « plantes et les animaux; elle a pour but la connaissance des moyens « propres à *composer* les substances organiques en dehors de l'éco- « nomie vivante ».

« Le chimiste ne se borne pas à étudier les composés organiques « qui s'extraient directement des parties végétales ou animales.... « Les combinaisons qui résultent de leurs transformations lui servent « à découvrir les lois de transformations des composés que la nature « vivante façonne elle-même; elles lui enseignent les moyens d'imiter « ou plutôt de reproduire exactement ces mêmes composés dans ses « cornues ou ses creusets, au lieu de les extraire des parties animales « ou végétales où elles sont toutes préparées; elles contribuent à rap- « procher la Science de plus en plus de son véritable but, qui est la « connaissance des moyens de composer tous les corps, la connais- « sance des moyens de décomposition n'en étant que le prélimi- « naire obligé ».

Gerhardt, étant mort en 1856, n'eut pas la possibilité de faire valoir les moyens de composer les corps, c'est-à-dire d'en faire la synthèse, mais déjà certains chimistes ne s'étaient pas mépris sur les possibilités de leur Science. Lorsqu'en 1828 Wöhler réalisa la synthèse de l'urée avec le cyanate d'ammonium, bien qu'il ne s'y attendît pas, il en dégagea tout de suite la conséquence: « ce fait est d'autant plus remarquable, écrit-il, qu'il offre un exemple de la for-

mation artificielle d'une matière organique, et même de nature animale, au moyen de principes inorganiques ».

De même Strecker, en 1850, intitule un de ses articles: *Sur la formation artificielle de l'acide lactique et d'un nouveau corps homologue du glycocolle.* Cet homologue il l'appela alanine et l'on sait qu'il fut découvert plus tard dans l'hydrolyse des albuminoïdes. De son acide lactique il dit que le sel de zinc est le même que celui de l'acide lactique de fermentation et se distingue de celui de la viande. Il souligne d'ailleurs: *ich habe auf diesem Wege künstliche Milchsäure dargestellt.*

Enfin en 1854, le même Strecker publiait aux Comptes-Rendus une série de notes dans lesquelles on relève *La production artificielle de la taurine* et il termine en affirmant que ce produit est identique à celui de la bile.

Nous nous arrêterons à ces quelques exemples.

Malgré les faits que nous venons de rapporter, et il y en aurait encore d'autres, il était réservé à Berthelot de faire valoir toute la portée philosophique de la synthèse.

Après qu'il eut montré qu'on pouvait reproduire les graisses naturelles par l'union des acides gras et de la glycérine, ce qui ne constituait d'ailleurs à ce moment qu'une synthèse partielle, il s'attaqua au problème de la synthèse totale, c'est-à-dire à la reproduction des substances organiques par les éléments. Sans nous occuper de l'ordre chronologique, rappelons qu'il produisit l'acétylène C_2H_2 directement avec le carbone et l'hydrogène par jaillissement de l'arc électrique entre deux pôles de charbon dans une atmosphère d'hydrogène; que de l'acétylène, il passa à l'éthylène C_2H_4 par hydrogénation de l'acétylène au moyen du zinc en milieu ammoniacal; que de l'éthylène, en lui ajoutant les éléments de l'eau, il passa à l'alcool $CH_3.CH_2.OH$; qu'il changea l'acétylène en benzène, etc. Il faut lire avec quel soin il s'assura de la nature des corps ainsi obtenus pour vérifier leur identité avec ceux qu'il avait l'ambition de reproduire, afin que l'on ne doutât pas un instant de la réalité des transformations annoncées.

Le thème fondamental de ces mémorables expériences était de pouvoir affirmer que les forces que le chimiste tient à sa disposition lui permettent de reproduire les produits naturels sans que les phénomènes vitaux aient à intervenir et l'on peut dire que Berthelot y a réussi pleinement. Après lui, ce fut une vérité acquise expérimentalement.

Toutefois le domaine exploré par Berthelot fut extrêmement limité. Berthelot ne pouvait d'ailleurs l'étendre lui-même, car au lieu d'en être partisan, il combattit la théorie et la notation atomiques desquelles seulement pouvaient sortir de nouveaux stimulants constructfis. Il soutenait une notation dite équivalentaire

et une représentation fondée sur l'expression des générateurs fondamentaux, sous prétexte de bannir toute hypothèse scolastique (celle des atomes) et tout symbolisme fictif (celui des groupements ou radicaux). Il n'admettait même pas les représentations si simples basées sur les valences comme celles que nous avons utilisées plus haut. Ce fut donc avec des doctrines qu'il rejetait que les progrès de la Chimie organique suivirent leur cours si fécond. Grâce à des démolitions et à des reconstructions systématiques qui les passionnent, les chimistes organiciens peuvent dire d'un composé donné: ici, il contient un atome de carbone; là, un atome d'azote; ailleurs un atome de chlore, etc., avec la même assurance que dans un édifice nous distinguons telle ou telle pierre de telle ou telle matière, à tel ou tel endroit.

Quant aux synthèses, si les synthèses totales offrent un intérêt philosophique, il ne faut pas oublier que les synthèses partielles l'emportent de beaucoup par leur utilité pratique. Elles permettent tout aussi bien que les autres les discussions de structure et les considérations théoriques. Ce qui importe, c'est avec ce que l'on a sous la main, que la nature nous le donne ou que nous sachions l'avoir à bon compte, c'est, dis-je, de reproduire telle ou telle substance. Ce serait une stupidité, si nous avions de l'acide hippurique à fabriquer que de suivre les étapes théoriques signalées plus haut, alors qu'il nous est loisible de préparer l'acide benzoïque avec du toluène que l'on retire par tonnes du goudron de houille. Il se peut d'ailleurs qu'un jour ou l'autre on fasse pratiquement le benzène avec l'acétylène, celui-ci étant tiré du carbure de calcium, mais ce serait une autre aberration que d'employer à la préparation du carbure de calcium une chaux faite avec les éléments calcium et oxygène et de le décomposer par de l'eau de synthèse pour la seule vanité d'opérer par synthèse totale absolue. On admet, par exemple, une fois pour toutes que n'importe quelle eau, que n'importe quel benzène sont de synthèse.

Il est enfin un dernier point que nous avons passé sous silence; c'est que nombre de substances naturelles possèdent une propriété spéciale, celle de dévier le plan de polarisation de la lumière, propriété appelée pouvoir rotatoire. La synthèse des corps à pouvoir rotatoire, elle aussi, a été réalisée; pour l'exposer, il nous faudrait de nouveaux développements trop étendus pour prendre place dans cet article, mais leur intérêt spéculatif ne le céderait en rien à celui de la synthèse telle que nous l'avons décrite.

Les présentes lignes n'ont d'autre prétention que de faire saisir ce que les chimistes, en particulier les chimistes organiciens, appellent synthèse.

Paris, Collège de France, Laboratoire de Chimie Organique.

M. DELÉPINE

LA EVOLUZIONE NELLA DETERMINAZIONE DEI FENOMENI VITALI SECONDARI

(Organizzazione e degenerazione blastomatosa, senescenza e morte, fecondazione, ritmo e stato di sonno e di veglia).

La vita è sconosciuta nel suo determinismo iniziale; è soltanto presumibile che si sia manifestata in epoche già superate della evoluzione cosmica nelle quali lo stato delle forze cosmiche alla superficie terrestre doveva essere diverso dall'attuale ed adatto al suo determinarsi. Si è conservata attraverso ai mutamenti progressivi inerenti alla evoluzione cosmica in uno stato di equilibrio fra azione dall'esterno e reazione dall'interno, rinserrandosi nella cellula e negli organismi che ne derivarono. È presumibile che le combinazioni chimiche, od aggregati molecolari vitali primordiali fossero già inizialmente distinti anche per le diverse specie. Gli organismi e le forme si sono andate integrando progressivamente nel contrasto fra la forza iniziale vegetativa, indefinita nel tempo, ed una forza ad azione contrastante e contentiva che si ingenerava per la organizzazione, paragonabile alla forza di cristallizzazione, la quale limita lo sviluppo e lo costringe verso un centro di polarità o di organizzazione. Da ciò la ineluttabilità della morte negli esseri saliti alla organizzazione. In questa direttiva potrebbe forse trovarsi anche il significato della fecondazione, o della necessità che si incontrino due cellule a polarità opposta perchè possa ricostruirsi il nuovo organismo, e della ripulsione invece nel fenomeno della riduzione nucleare. La degenerazione blastomatosa potrebbe concepirsi come la ricaduta degli elementi organizzati verso lo stato preorganizzativo, colla ripresa della indefinita attività vegetativa, repressa e non spenta per la organizzazione. La proliferazione blastomatosa è decisamente antitetica a quella rigenerativa ed embrionale. I fenomeni secondari inerenti alla vita di relazione si determinerebbero anch'essi gradatamente e parallelamente ai mutamenti evolutivi nello stato ambientale, e come espressioni dinamiche contrastanti nell'intimo della cellula alla energia iniziale vegetativa; d'onde la necessità del ritmo in tutte le funzioni determinatesi per la vita di relazione, come pure fra lo stato di veglia e di sonno.

Nello studio dei fenomeni della vita si sono in generale seguiti due criteri diversi, e ritenuti anche tra di loro in opposizione. L'un criterio che vorrebbe ogni fenomeno vitale rigidamente riportare alle leggi ed ai principî noti, od eventualmente ancora incompletamente conosciuti, della fisica e della chimica; e l'altro invece che, orientandosi e quasi basandosi su quanto della vita rimane ancora di indeterminato, vorrebbe o tende ad individuare una particolare forza (forza vitale) che sarebbe in opera solo per la vita, quasi fosse per la vita creata, e che talora potrebbe anche agire indipendentemente od anche oppostamente alle norme delle predette leggi e principî.

Se difatti da una parte si può dire che tutte le forze della Natura sono in opera per la Vita, si deve però anche da altra parte riconoscere che esse vi agiscono sotto la influenza di una condizione affatto particolare, e dalla quale la vita trae la ragione del suo moto e della sua sussistenza. Ed è appunto questa condizione propria ed esclusiva alla vita che si mantiene ancora sconosciuta nella sua intima essenza e nel suo meccanismo di origine e di azione. E l'analisi

scientifica non può arrivare a scindere il fenomeno, che si presenta già come molto complesso, nei suoi elementi, come può fare per le altre scienze, perchè esso non si attua, allo stato presente delle forze alla superficie terrestre, che attraverso alla cellula, la quale implica già una costituzione molto complessa e che a sua volta è giunta fino a noi attraverso ad epoche già superate nella evoluzione nello stato delle forze cosmiche, e delle quali riesce attualmente impossibile riprodurre le condizioni. Ed i fenomeni della biologia essendo strettamente collegati e già in dipendenza del fenomeno « vita », questa vi entra in certo modo essa stessa come elemento primordiale e non riducibile oltre la cellula. [1]

***

Se si deve ritenere, poichè nelle attuali condizioni il fenomeno non è più realizzabile, che la vita si sia determinata in un periodo della evoluzione cosmica in cui le condizioni dello stato delle forze fisiche e chimiche alla superficie terrestre dovevano essere diverse delle attuali ed adatte al costituirsi di combinazioni atomiche dotate degli attributi fisico-chimici che caratterizzano lo stato vitale, si dovrebbe logicamente anche ritenere che il « fenomeno vita » fosse già anch'esso implicito nella concatenazione logica dei fenomeni discendenti per Atto di Creazione da un primo moto creativo; e che come tale non dovrebbe poter essere altrimenti concepita che come sostanziata essa stessa dalle forze della fisica e della chimica, e quindi governata anch'essa soltanto dai principî e dalle leggi delle predette scienze. E si potrebbe anche non sentire il bisogno di creare per essa l'intervento di alcuna misteriosa particolare forza, o « forza vitale ». [2] Ma sembrami anche non si possa non riconoscere per la vita una forma di manifestazione delle forze già note per le predette scienze, tut-

[1] La esistenza della vita allo stato molecolare o micellare è forse una realtà; e come tale presumibilmente fu sulla terra nelle epoche della sua iniziale determinazione dal mondo inorganico. Ma nell'epoca attuale, per le particolari condizioni in cui si rivelerebbe (ultravirus et similia) essa richiede forse una sua propria interpretazione, la quale non infirma affatto, ma anzi comproverebbe la irriducibilità della vita, — nelle condizioni attuali dell'ambiente esterno all'organismo — a forme più semplici di quella cellulare. (V. « Rivista di patol. e Clin. della Tubercolosi », vol. VI, 1932, pag. 617: *Resoconti della Federaz. ital. contro la tubercolosi*. Seduta 5 giugno 1932. Discussione sul linfogranulama).

[2] Questi concetti, che si potrebbero anche credere relativamente moderni, si erano già affacciati alla mente di pensatori di età passate ed anche remote. Traggo da un'opera molto pregevole nella sua modesta veste del P. L. Pera, O. S. A. (*La creazione simultanea e virtuale secondo S. Agostino*, Tip. Artigianelli, Firenze, 1928, Vol. I, Cap. II e III) le seguenti citazioni. Secondo S. Agostino « Dio creò alcune cose attualmente come la materia prima; ed altre solo *potentialiter, causaliter, quomodo fiunt futura non facta* »..... « *Rebus factis rerum facendarum causas inserebat, et omnipotenti potentia futura faciebat* » (*De genesi ad litt.*, Libro VI, Cap. VI e Cap. VIII). E secondo Newton (*Principî di filosofia naturale*): « Poichè la natura non fa nulla invano, ed in ogni sua opera è semplice, nè abbonda di cause superflue, non si devono ammettere altre che le cause necessarie a spiegare i fenomeni ». « Tale principio, aggiunge l'A., si ritrova in Aristotile, in Dante, in Galilei », ed è anche di comune consentimento.

t'affatto particolare, specifica ed esclusiva ad essa, ed alla quale spetta un riconoscimento di distinzione e di individuazione, che si manifestano appunto nelle proprietà affatto caratteristiche ed esclusive ai fenomeni vitali.

E come integrata soltanto dalle forze e dai principî della fisica e della chimica che agiscono nell'intimo della cellula, non può che essere anch'essa in stretto rapporto di colleganza e di dipendenza collo stato delle forze cosmiche che sopra di essa agiscono dall'esterno. Dal che necessariamente dovrebbe derivare che col mutarsi dello stato delle forze esterne in rapporto col lento procedere dell'evoluzione cosmica, muti essa stessa e si evolva nei suoi atteggiamenti reattivi. [1]

E ci si dovrà pertanto ancora adattare a rinunziare al sogno di Claudio Bernard « di arrivare a sopprimere « vita » dalla spiegazione dei fenomeni sia fisiologici che patologici », perchè dall'elemento « vita », comunque inteso, non si può ancora prescindere nello studio dei fenomeni vitali, e la biologia ne rimane fatalmente ancora tutta permeata, con tutte le incognite che seco vi trascina.

***

Ma se ci rivolgiamo a considerare non più il fenomeno « vita » in se stesso, ma nelle sue manifestazioni più complesse, — quali ci si presentano, ad es. nelle organizzazioni, e specialmente in quelle più elevate —, apparirebbe ovvio doversi ritenere che la determinazione dei relativi fenomeni, già secondari anch'essi, debba dipendere dalle mutate condizioni nello stato delle forze che agiscono sulla vita dall'esterno, e che la loro causa debba essere ricercata in primo luogo sulla scorta dei principî noti delle scienze cosidette positive, e quindi della fisica e della chimica.

Ed è attenendoci sulla direttiva di questi criteri che forse si potrà con qualche maggiore fondamento scientifico accedere alla interpretazione di molti dei fenomeni secondari che la vita ci presenta, per quella parte che ancora vi rimane di oscuro e di indeterminato.

E fra questi fenomeni, oltre a quelli più generali attinenti alla evoluzione della vita alla superficie terrestre, altri fenomeni secondari, quali quelli relativi alla organizzazione o stato organizzativo, che a quelli della evoluzione si ricollegano; e così la senescenza e la morte che fatalmente seguono all'ascesa costruttiva dell'individuo organizzato; e forse anche al significato della fecondazione e del sesso; e nella patologia, coi processi rigenerativi, il problema così tormentato dei tumori; e così pure fenomeni secondari, ma deter-

[1] Vedi anche *Commemorazione di Giuseppe Sperino. Breve commento alla dottrina della discendenza*, « Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena », Serie VI, Vol. II, 1928.

minatisi in rapporto alle contingenze della vita di relazione, fra i quali il ritmico alternarsi di periodo di lavoro e periodo di pausa o di riposo, ove la cellula sia chiamata a compiere una funzione con produzione di specifiche attività; e fra questi il problema sul significato del sonno in natura e del ritmo fra il sonno e la veglia, e così via.

***

Un fatto mi sembra doversi anzitutto prendere in considerazione e cioè che per lo stato di organizzazione la materia organica esprime già un particolare stato di forza che coinvolge tutto l'organismo in una complessa ed indissolubile unità, nella quale l'organismo stesso si è andato integrando con le sue varie differenzazioni specifiche lungo il corso della evoluzione cosmica, e quindi attraverso all'evolversi dello stato delle forze cosmiche alla superficie terrestre.

Dal che sembrerebbe dovesse anche derivare che le condizioni di determinazione dei sopradetti fenomeni secondari debbano essere ricercate nei rapporti reciproci fra la forza agente per la vita dall'interno, — per la quale la materia organica ricrea indefinitamente se stessa, — o « forza vegetativa », e di carattere quindi essenzialmente espansivo, ed assolutamente caratteristica per la vita, — e le forze cosmiche che agiscono sulla vita dall'esterno in lento ma continuo mutamento di stato anch'esso in rapporto con l'evoluzione cosmica, e verso i cui mutamenti la vita per conservarsi reagisce con adattamenti in virtù delle sue proprietà caratteristiche di sensibilità e di reattività.

Una evoluzione dal più semplice al più complesso che si fosse determinata nella materia viva per se soltanto, e non per necessità fisiche determinatesi coi mutamenti di stato delle forze esterne, mi appare quasi inconcepibile, in quanto che l'intervento di una azione reattiva plasmatrice degli organismi e delle forme parmi si manifesti già all'evidenza; e senza una evoluzione graduale negli esseri viventi, parallela ed in rapporto con una evoluzione graduale delle condizioni e delle cause che la determinarono, in dipendenza di un graduale mutamento di stato e di condizioni dell'ambiente, parrebbe che avrebbero dovuto mancare agli organismi le condizioni necessarie alla loro stessa esistenza ed alla loro sopravvivenza. In altre parole, sembrerebbe doversi ritenere che non sia la forma per se stessa che si evolve ramificandosi in varie guise e che in certo modo venga ad arrestarsi raggiunto che abbia il suo fine colla integrazione degli organismi e delle forme nelle varie specie; ma che sia invece la specie che fin dalla sua prima origine si evolva per atteggiamenti progressivi di reazione, parallelamente all'evolversi dello stato dell'ambiente cosmico, e quindi anche delle condizioni di stato e di azione delle forze cosmiche alla superficie terrestre; le quali nel loro lento e progressivo mutarsi

nel corso della evoluzione, trascinano con sè la vita; la quale a sua volta si evolve per atteggiamenti reattivi, determinandosi in tal modo le varie forme in una direzione che dipende dalle condizioni intime biochimiche e biofisiche particolari e già distinte per i singoli plasmi originari.

Ed in questo senso la evoluzione potrebbe anche dirsi *creatrice*, in quanto per essa in un primo tempo si crea la vita col determinarsi alla superficie terrestre delle condizioni necessarie alla sua prima apparizione; e secondariamente, con mutamenti di reazione ai mutamenti evolutivi di stato alla superficie terrestre, avrebbe la vita compiuta la sua evoluzione, fino allo stato attuale.

L'ordine logico e la concatenazione conseguenziale nei fenomeni evolutivi, già prestabiliti nell'Atto Creativo dalla Divina Potenza Creatrice, non si interrompe per la vita, nè forma per essa eccezioni; ma la sua apparizione e poi la sua evoluzione fino allo stato attuale si trova già implicita nello svolgimento logico del primo moto creativo, del quale la apparizione dell'Uomo è coronamento e forse anche il fine.

Ed anche attraverso alle epoche geologiche più remote sembrerebbe che forse più emergano forme rappresentanti di specie scomparse, che forme a cui si possa con qualche plausibile affidamento attribuire caratteri di forme di passaggio alle forme attuali. E direi anche che nemmeno si presenti come di facile accoglimento e facilmente ammissibile che nelle condizioni attuali dello stato delle forze cosmiche alla superficie terrestre, e quindi anche in uguali condizioni esterne dell'ambiente fisico attuale, oltre alla impossibilità, già più sopra ricordata, del sorgere spontaneo della vita, avessero potuto vivere e durare gli organismi se non costituiti nelle forme quali attualmente li vediamo; e nemmeno alcun dato sicuro sembra emergere allo stato attuale a cui possa attribuirsi significato di progressiva evoluzione nella specie.

E per converso apparirebbe anche come almeno presumibile che se le dette condizioni alla superficie terrestre fossero rimaste sempre uguali dal momento in cui la vita vi è apparsa, avrebbe dovuto anche essa mantenersi al suo primitivo stato di apparizione ed in perfetto equilibrio di reazione con lo stato delle forze esterne, invece di evolversi verso forme così complesse, dovendosi presumere che essa dovesse trovare in quelle stesse condizioni quelle necessarie e sufficienti alla sua sopravvivenza e conservazione.

La vita pertanto non si sarebbe evoluta alla superficie terrestre per se stessa e per se sola e per un proprio fine, anche in quanto che ogni fine nella Creazione è già implicito nello svolgimento logico dei fenomeni dal primo Atto Creativo; ma bensì per continuo adattamento di azione e di reazione della inesauribile iniziale potenzialità vegetativa ai mutamenti di stato delle forze cosmiche in continua e

progressiva evoluzione. E per le stesse condizioni dovrebbe la vita fatalmente scomparire dalla terra in conseguenza della stessa evoluzione cosmica per la quale si era creata. La vita appare sulla superficie della terra in un periodo già relativamente inoltrato della sua evoluzione; ed al vertice della evoluzione terrestre parrebbe essere apparso l'Uomo come la sola Creatura Cosciente, sopra gli esseri della Creazione, distinta nei suoi attributi spirituali. Sulle fasi che Lo precedettero nulla si conosce; e nessuna illazione per alcun fatto sicuro sembrerebbe poter essere consentita. [1]

***

Che per lo stato di organizzazione siano in atto due diverse forme di energia, e fra di loro in contrasto, sembrerebbe appalesarsi già solo per il fatto che la primitiva illimitata potenzialità vegetativa, nel passare allo stato di organizzazione subisce bensì limitazioni fino anche ad arrestarsi nelle sue manifestazioni, raggiunto che abbia l'organismo il suo completo sviluppo, ma non per questo scompare nè si spegne; ma dà invece segni evidenti della sua attività potenziale e latente per moltissime manifestazioni così nello stato fisiologico che patologico. Per cui lo stato di organizzazione sembrerebbe doversi concepire come integrato dalla azione di due forze fra loro contrastanti, e rispettivamente agenti nell'intimo dello stato dinamico della cellula organizzata; ossia della energia o forza vegetativa, di carattere espansivo, che le discende dalla cellula germinale, e dalla quale tutti i fenomeni vitali traggono la loro impronta più caratteristica; e da una forza che si ingenera colla organizzazione e per la organizzazione, e che colla sua azione contrasta nell'intimo della costruzione molecolare ed atomica della cellula al libero svolgimento del movimento vegetativo; per cui la moltiplicazione cellulare viene ad essere limitata e costretta entro un determinato campo di azione e di forza e di organizzazione, o di polarità [2] se così vuol dirsi, in

[1] Verrà tempo, forse, in cui stupirà che si sia potuto pensare che il cervello umano si sia andato ampliando fino alla forma attuale per sovrapposizione di idee da un cervello prima rudimentale ed originariamente sotto ogni riguardo animalesco; e che non fosse invece la facoltà dell'Idea e del pensiero prestabilita e discesa alla Natura Umana, che ne abbia fin dall'inizio determinato e diretto lo sviluppo nel senso umano e spirituale.

[2] La polarità è una forma di manifestazione della energia, comune così alla elettricità come alla gravità, delle quali si constata la esistenza e si conoscono gli effetti di azione, ma se ne ignora interamente la prima origine e la essenza, ed alle quali si possono ridurre tutte le forze che sono in opera nell'universo. Ma se bene si consideri, in questa forma di manifestazione di forza possono entrare tanto la elettricità come la gravità; di modo che queste due ultime forme di energia vengono ad essere esse stesse riducibili ad una sola forma di manifestazione, ossia alla polarità; alla quale tutte le forze verrebbero ad essere riducibili, dall'infinitamente grande all'infinitamente piccolo nell'intimo dell'atomo. Per cui la polarità potrebbe veramente esprimere la forza universale nella sua forma primigenia ed elementare, e che si sviluppa in tutti i suoi effetti per la evoluzione dell'universo.

La organizzazione implica uno stato di forza, o forza di organizzazione, che è a sua volta una forma di manifestazione della polarità. Essa si determina nello sviluppo embrionale fin

modo che potrebbe essere paragonato a quello della forza che per il mondo inorganico agisce nel fenomeno della cristallizzazione. [1]

Allo stato attuale è impossibile ricostruire quasi nemmeno colla immaginazione le forme che dalle origini hanno preceduto le attuali nel corso della evoluzione terrestre; ma seguendo questi criteri si potrebbe anche concepire almeno come possibile e coerente ai suddetti principî, che ai limiti estremi o periferici delle prime costruzioni cellulari oppostamente disposte ed orientate verso il proprio centro di polarità, la azione di questa forza sugli elementi legati nella organizzazione si vada allentando come più lontani dal centro di polarità, — in modo paragonabile del resto a quanto si verifica per i raggi polari attorno ai poli di una calamita o di un campo magnetico, — e che riappaia allora nella sua efficienza la illimitata potenzialità vege-

dalla prima divisione della cellula fecondata, fra le due prime cellule che ne derivano, e che per essa rimangono unite, polarizzate in segno opposto verso un centro comune di polarità; e dalla sua azione viene diretto e regolato lo sviluppo dell'organismo. Lungo le vie di conduzione di questa forma di energia che si crea per la organizzazione (alle quali vie si potrebbero in certo modo far corrispondere nella divisione cellulare le cosidette linee di forza) si determinano le condizioni fisiche e fisico-chimiche da cui dipenderà la differenzazione *in loco* degli elementi delle vie nervose, convergenti verso il centro di polarità del nuovo organismo che si viene formando, integrandosi nella successiva complessità delle organizzazioni il sistema nervoso centrale come organo di recezione e di emissione, e nello stesso tempo di elaborazione del fluido nervoso.

(V. anche TAROZZI e GARDINI, *Osservazioni anatomiche sull'apparato gangliare ipogastrico nel bambino e nella vita embrionale*, ecc., « Arch. Ital. di Urologia », Vol. XI, Fasc. VI, Bologna, 1933.

[1] La azione e la direzione opposta e simmetrica verso un centro di polarità di questa forza inerente allo stato di organizzazione parmi si renda manifesta anche nelle formazioni, a volte anche assai complicate, dei mostri doppi o multipli. E forse non sarebbe da escludere a priori che anche la azione per cui, sotto la influenza della vita, si determina il fenomeno della dissimetria molecolare, per la quale gli atomi nella costituzione della molecola organica si troverebbero in una disposizione od orientamento in senso opposto destro o sinistro in molecole diverse dello stesso corpo, e per tutte le altre proprietà e caratteri fra loro identiche, — opposto orientamento da cui dipenderebbe l'opposta deviazione destra o sinistra sul piano della luce polarizzata, — possa avere attinenza colla direzione delle forze che presiedano alla organizzazione. È fuori di ogni mia possibilità rendermi conto più preciso su questi fatti pur tanto interessanti ed ancora oscuri attinenti alla vita. A proposito delle azioni che potrebbero entrare in giuoco nel determinarsi della dissimetria molecolare, — scoperta da Pasteur e con lunghi studi ed osservazioni per molti anni da Lui perseguiti, — il Pasteur così si esprime: « Il y a évidemment des causes à ces curieuses manifestations du jeu des forces moléculaires. Les indiquer d'une manière précise serait assurément chose bien difficile. Mais je ne crois pas me tromper en disant que nous connaissons un de leurs caractères essentiels. N'est-il pas nécessaire et suffisant d'admettre qu'au moment de l'élaboration dans l'organisme végétal des principes immédiats, une force dissymétrique est présente? Ces actions dissymétriques placées peut-être sous des influences cosmiques, résident-elles dans la lumière, dans l'électricité, dans le magnétisme, dans la chaleur? Seraient-elles en relation avec le mouvement de la Terre, avec les courants électriques par lesquels les physiciens expliquent les pôles magnétiques terrestres? Il n'est pas même possible aujourd'hui d'émettre à cet égard les moindres conjectures. Mais je regarde comme nécessaire la conclusion de l'existence de forces dissymétriques au moment de l'élaboration des produits organiques naturels, forces qui seraient absentes ou sans effet dans les réactions de nos laboratoires, soit à cause de la brusque action de ces phénomènes, soit pour toute autre circonstance inconnue » (Œuvres de Pasteur, Masson, Paris, 1922, T. I, pag. 342. *Dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels*, Lezione alla Società Chimica di Parigi, 1860).

tativa e riproduttiva, quale è propria delle cellule germinali, atte a ricominciare il ciclo evolutivo vitale che si era chiuso con la integrazione dell'organismo. E la massa somatica indotta dalle contingenze esterne alle varie differenzazioni funzionali, e destinata ad assicurare la sopravvivenza della cellula germinale, in conseguenza e per effetto dello stesso stato di organizzazione, verrebbe fatalmente destinata all'esaurimento ed alla morte.

***

Già altra volta ebbi opportunità di accennare alla possibilità di dare una interpretazione almeno probabile del significato della fecondazione riportandola a necessità di condizioni createsi con lo stato di organizzazione. [1] Essa appare in natura col determinarsi dello stato di organizzazione e come avvenimento necessario perchè possa continuarsi nel tempo l'individuo organizzato, e per esso la specie. E fondamentalmente il fenomeno si riduce in ogni caso alla fusione di due cellule di opposto sesso perchè possa ricostruirsi il nuovo organismo.

Alcune apparenti eccezioni negli esseri più bassi nella scala naturale potrebbero al più suggerire di indagare sulle condizioni di tale apparenza, ma non hanno valore ad infirmare la regola che ha caratteri di generalità per tutti gli esseri saliti alla organizzazione.

E nei fenomeni che accompagnano il processo della fecondazione, anche se si prescinde da quella che può essere la espressione morfologica di esso, due fatti vi emergono che per il loro modo di manifestarsi potrebbero anche ritenersi di carattere squisitamente fisico, e che nello stesso tempo sono di cardinale importanza appunto anche per il significato che essi potrebbero avere.

L'uno è quello della repulsione che si verifica fra i due nuclei di divisione nelle cellule germinali per il cosidetto fenomeno di riduzione, che precede alla fecondazione, e che nella cellula femminile dà luogo alla emissione del cosidetto globulo polare; e l'altro, diametralmente opposto, che consiste invece nella reciproca attrazione fra le due cellule germinali ridotte e di opposto sesso, e che porta alla intima fusione della sostanza nucleare in una unica cellula, dalla quale soltanto potrà iniziarsi la costruzione dell'embrione e del nuovo organismo.

Per quanto a me appaia, potrebbe riuscire difficile non riconoscere per questi fenomeni una quasi perfetta analogia col fenomeno della repulsione e attrazione magnetica fra masse rispettivamente polarizzate in egualé ed in opposto segno; e pensare altrimenti che

[1] *Sulla natura del blastoma,* « Memorie della R. Accademia dell Istituto di Bologna », Serie IX, T. II, 1934-35.

alla loro determinazione non debba corrispondere un diverso ed opposto orientamento dinamico-magnetico dello stato delle forze in atto intracellulari fra le due cellule germinali di opposto sesso.

La cellula organizzata, come già si è detto, si riproduce nella sfera o campo di azione della forza di organizzazione, che si è cercato più sopra di individuare nella sua azione e nella sua forma, e quindi con una polarità già orientata nel suo intimo dinamismo molecolare ed atomico verso il centro di polarità del complesso organico, e quindi in opposto senso dai due lati nel piano di simmetria rispetto al centro di organizzazione. Alle due opposte estremità distali, già più lontane dalla influenza del centro di forza e di polarità, potrebbe, come pure già poc'anzi si è detto, nelle cellule germinali allentarsi il vincolo della organizzazione, e riapparire nella sua efficienza la potenzialità vegetativa. Ma affinchè l'organismo possa ricostruirsi, è necessario che le due cellule germinali di opposto segno per la reciproca attrazione si incontrino, e fondendosi reciprocamente nucleo a nucleo, e forse anche molecola a molecola, neutralizzino le rispettive polarità. E solo allora nel sistema delle forze intracellulari della cellula risultante dal processo della fecondazione potrà formarsi un nuovo centro di polarità e ricostruirsi il nuovo organismo. Ogni essere vivente organizzato dovrebbe così inizialmente avere in sè il doppio sesso; e la separazione dei sessi in organismi distinti dovrebbe essersi stabilita solo secondariamente. E così è possibile sia avvenuto; ed uniti ancora si mantengono in molti organismi inferiori.

Il problema sul significato della fecondazione è dei più oscuri e più difficili ad interpretarsi. Per parte mia non intesi che a fermare un istante l'attenzione sopra una delle possibilità concettuali interpretative che si possono prospettare e che apparirebbe anche coerente con quanto più sopra si è detto a proposito dello stato di organizzazione.

***

Se veramente per lo stato di organizzazione sono in opera due diverse manifestazioni di forza, ossia una forza a carattere espansivo, o forza vegetativa, primigenia nella materia viva, ed una forza ad azione invece su di questa contentiva, che si determina secondariamente col determinarsi delle condizioni della organizzazione, si potrebbe forse anche avere ragione dei meccanismi secondo i quali viene regolato e contenuto lo sviluppo embrionale, [1] come anche la proliferazione nei processi rigenerativi quando una causa qualsiasi sia venuta a scontinuare o comunque a turbare in un punto

[1] Vedi anche TAROZZI e GARDINI, *Osservazioni sull'apparato gangliare ipogastrico* ecc., « Arch. Ital. di Urologia ». Vol. XI, 1934, Fasc. VI.

dell'organismo la normale continuità di azione dello stato organizzativo sugli elementi cellulari collegati nella organizzazione.

Senonchè in queste condizioni il turbamento che si stabilisce nei rapporti di stato fra le due forze organizzative è per sua natura passeggiero, poichè nelle cellule rigenerate, rimosse le cause del turbamento, gradatamente si ripristina nella sua efficienza anche la facoltà di riallacciarsi nel sistema dinamico dello stato organizzativo; facoltà propria ad ogni cellula organizzata; e la proliferazione per esso si arresta ed il processo passa a guarigione.

Ed è appunto nel ripristinarsi di questa facoltà che risiede la fondamentale differenza e la netta opposizione che deve riconoscersi fra i processi rigenerativi ed il processo blastomatoso, come già ebbi altre volte occasione di dire. [1]

Nel processo blastomatoso si assiste al progressivo spogliarsi della cellula organizzata dalla sua facoltà organizzatrice e costruttiva, o che ciò avvenga spontaneamente o sotto la influenza di altre cause varie predisponenti o favorenti ad indurre la cellula organizzata a questo stato particolare, che sostanzialmente si può far corrispondere ad uno stato degenerativo in quanto la cellula per esso vada perdendo i caratteri che aveva acquistati nella sua ascesa verso la organizzazione. E con la facoltà organizzativa per lo più si vanno gradatamente perdendo anche le caratteristiche morfologiche della specifica differenzazione. E quindi non tende, come spesso impropriamente suol dirsi, verso lo stato embrionale, ma bensì verso lo stato diametralmente opposto, quello cioè di cellule non più suscettibili di organizzazione; la cellula embrionale è invece eminentemente organizzativa.

La cellula caduta in degenerazione blastomatosa finisce a comportarsi rispetto all'organismo a cui originariamente apparteneva come un vero e proprio parassita che lo sfrutta alle proprie esigenze vegetative, e gradatamente e progressivamente lo invade.

***

Un altro ordine di fenomeni può venire in considerazione esaminandolo in relazione ai criteri ed ai concetti che si è cercato fin qui di applicare per la interpretazione dei fenomeni che si sono determinati primitivamente ed in rapporto con lo stato di organizzazione. E cioè un'ordine di fenomeni che sono bensì anch'essi subordinati alla organizzazione, ma già ad essa secondari nella loro apparizione, e specialmente determinatisi in dipendenza e per le

[1] *Sulla natura del blastoma*, l. c., e *Osservazioni istologiche ed istogenetiche sul glioma. Considerazioni sulla genesi del fenomeno blastomatoso*, « Riv. sperimentale di Freniatria », Reggio Emilia, 1925. « Atti del III° Convegno Nazionale della Lega Ital. contro il Cancro », Roma, 1933.

esigenze della evoluzione della vita di relazione. E fra questi sopratutto la necessità del ritmo fra lo stato di funzionalità e lo stato di riposo, al quale si connette il problema del significato del sonno in natura.

Per tentare i problemi inerenti a quest'ordine di fenomeni parmi però sia necessario fissare prima le idee sui concetti che possiamo o che dobbiamo formarci circa lo stato, od il particolare atteggiamento in cui venga a trovarsi la cellula in seguito ad uno stimolo qualsiasi che a lei provenga per la vita di relazione, e per il quale entri in stato di reazione; o, ciò che è lo stesso, si ponga in funzione per la vita di relazione. Al quale riguardo sembrami che a questo nuovo stato, che è per sua origine e per sua natura reattivo e dinamico, nello stesso tempo che transitorio, debba a sua volta corrispondere anche un cambiamento od un atteggiamento nuovo, — che viene a determinarsi nell'intimo stato della cellula già organizzata e che si esprime nel tono funzionale, — idoneo all'effettuarsi dei processi pei quali devono trasformarsi energie per il compimento del suo specifico lavoro. Atteggiamento quindi essenzialmente dinamico anch'esso, ma diverso da quello primitivo dello stato vegetativo, e che implica invece impiego e trasformazione di energia per una finalità assunta secondariamente dalla cellula e che si esprime nell'atto reattivo, e si realizza nel suo effetto funzionale. Per questa nuova condizione creatasi con la vita di relazione la cellula deve temporaneamente uscire dallo stato della sua passività vegetativa per assumere quello, mi si passi il paragone, di una microscopica macchina che si ponga in tensione di forza, e si disponga a produrre il suo lavoro.

A questo nuovo stato in cui viene a trovarsi la cellula nell'atto in cui assume l'atteggiamento reattivo per la vita di relazione, parmi almeno affatto presumibile che debba corrispondere anche un mutamento di stato nel dinamismo intracellulare; mutamento di stato che per molte manifestazioni si dimostra in contrasto antagonistico coi processi dello stato puramente vegetativo. Anche questa possibilità di mutamento di stato nell'intimo dei processi biofisici e biochimici intracellulari fra la condizione dello stato inerte o vegetativo e quello di attività per la vita di relazione, è affatto propria alle combinazioni vitali, e rimane quindi anch'essa completamente ignota nel suo intimo meccanismo di determinazione e di effettuazione. Ma tuttavia reale, almeno per quanto parrebbe potersi desumere dai suoi effetti, che sopratutto si rivelano nell'antagonismo fra lo stato in cui si pone la cellula in funzione per la vita di relazione e lo stato di passività vegetativa in cui si trova quale semplice costituente di una massa di cellule organizzate; antagonismo che si appalesa anche solo nel fatto che allo stato di tono funzionale per la vita di relazione segue inevitabilmente in natura l'esaurimento funzionale, con una pausa o periodo di riposo, e che si esprime col

ritmo, mediante il quale la cellula in certo modo si riconduce alla primitiva sua condizione dello stato di passività vegetativa, e per esso si ripristina alle condizioni idonee a sostenere lo stato del successivo periodo di lavoro. E se al periodo della attività funzionale non corrisponde un adeguato periodo di riposo, la cellula va in patimento, a cui più o meno precocemente segue la degenerazione e la morte.

Gli stessi criteri potrebbero, — se applicati alla interpretazione della origine del ritmico alternarsi della veglia e del sonno, ed esaminandone le rispettive condizioni, — aiutarci a comprendere che cosa veramente forse possa significare in natura lo stato di sonno.

Poche volte, e forse anche mai, che io mi sappia, si trova posto il quesito della primitività di uno sull'altro di questi due stati degli organismi, così universalmente presenti ed alternantisi nella vita degli esseri che abbiano funzioni determinatesi per la vita di relazione; e generalmente si tende piuttosto a porre lo stato di sonno come in dipendenza a quello di veglia, quasi si fosse in conseguenza di questo determinato, e quindi fosse ad esso secondario.

Eppure dalla preventiva impostazione e soluzione di questo quesito, al quale tutti gli altri problemi relativi allo stato di sonno potrebbero forse venire in sott'ordine, mi pare che non si possa prescindere nella ricerca della ragione prima e del significato del sonno.

Lo stato inerte a cui si abbandona il complesso organico col sospendersi delle facoltà sensitive coscienti, della coscienza, e di tutte le attività specifiche degli apparati creatisi per la vita di relazione, e che sono in opera per essa, in certo modo può essere riallacciato allo stato vegetativo quale dura o continuo o quasi continuo negli organismi inferiori. Esso corrisponde allo stato dell'embrione e del feto nell'utero materno. Lo stato di veglia potrebbe essere concepito invece come stato di reazione agli stimoli provenienti così dall'interno come dall'esterno in dipendenza delle contingenze e delle esigenze nuove che venivano creandosi secondariamente al lento e progressivo mutarsi delle contingenze con l'ambiente esterno, corrispondentemente all'evolversi dello stato cosmico alla superficie terrestre, fino allo stato attuale.

Lo stato che comunemente si dice di « veglia » è proprio agli organismi che già originariamente possedevano nella costituzione e nelle proprietà biofisiche e biochimiche dei rispettivi plasmi le condizioni adatte alla propria ascesa alla organizzazione superiore, già distinti fin dalle origini per le diverse specie, ciascuna reagendo per la propria conservazione nel corso della evoluzione cosmica e terrestre, — nel modo e nella forma a ciascuna di esse propria ed esclusiva —, al mutarsi progressivo di stato alla superficie terrestre,

seguendo una ascesa evolutiva già predestinata nell'intima costituzione dei rispettivi plasmi. [1]

Lo stato di sonno, che sopratutto investe le attività superiori e coscienti, trova il suo equivalente biologico nella pausa che segue necessariamente al periodo di altra attività qualsiasi secondariamente determinatasi per la vita di relazione.

La veglia, come stato dinamico di reazione, contrasta al primitivo stato della passività propria allo stato vegetativo. E la potenzialità dell'elemento nervoso in funzione per lo stato di veglia, che lo sostiene, deve per essa necessariamente esaurirsi; e divenuto insensibile ed incapace di reazione, automaticamente si riabbandona allo stato della passività vegetativa, o del sonno, nel quale si ripristina alle condizioni della sua potenzialità reattiva, necessaria a sostenersi nel tono funzionale.

Il ritorno periodico dopo la veglia allo stato di sonno è pertanto inevitabile ed insopprimibile nelle condizioni fisiologiche. Dal che anche deriva che con nessun mezzo può fisiologicamente sostenersi l'insonnio oltre un limite massimo di resistenza. [2]

Lo stato di sonno potrebbe in tal modo ricondursi in natura allo stato primitivo da cui lo stato di veglia si mosse come funzione secondariamente determinatasi per la vita di relazione.

Bologna, R. Università.

GIULIO TAROZZI

[1] V. anche *Commemorazione di Giulio Valenti*, « Rendiconto delle sessioni della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna », Anno Accademico 1932-33.

[2] Vedi G. TAROZZI, *Sull'influenza dell'insonnio sperimentale sul ricambio materiale*, « Rivista Sperimentale di Freniatria », Firenze, 1898.

RECENSIONI – COMPTES RENDUS – BOOK REVIEWS
BUCHBESPRECHUNGEN – ANÁLISIS DE OBRAS

E. F. McPike - *Evelius, Flamsteed and Halley.* Un vol. in-8, de IX-140 pages, avec 5 planches hors texte. Taylor Francis, London 1937. Prix, relié, 12/6 d., net.

P. Humbert - *L'œuvre astronomique de Gassendi.* Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*, N° 378), de 31 pages. Hermann & Cie, Paris, 1936. Prix, broché, 8 fr.

De toutes les périodes de l'histoire de l'astronomie, celle qui s'étend du commencement du XVII^e^ au milieu du XVIII^e^ siècle est, sans conteste, une des plus intéressantes. Les grandes figures de Galilée, Kepler et Newton éclairent cette époque d'une lumière caractéristique, et autour d'elles un grand nombre de savants de grande intelligence et de grande valeur forment comme une couronne digne d'elles. C'est l'époque des luttes courageuses pour la défense des nouvelles idées, des grandes découvertes qui suivirent l'invention du télescope, des ardentes polémiques parmi lesquelles celles entre Newton et Leibniz sont les plus connues. A trois astronomes parmi les plus illustres de cette époque M. McPike consacre un livre d'une centaine de pages: Hevel, ou Hevelius, de Danzig, un des plus insignes représentants de l'école classique d'observateurs qui dérive directement du grand Danois Tycho Brahé; Flamsteed, le premier astronome royal d'Angleterre qu'on peut considérer comme le fondateur des nouvelles méthodes de l'astronomie positionnelle qui devaient donner aux siècles suivants tant de brillants résultats; Halley, type de savant vraiment moderne, d'une activité géniale et multiforme, peut-être un des plus grands astronomes de tous les temps. La vie et les rapports qui existaient entre ces trois grands savants sont décrits par M. McPike d'une façon magistrale, d'après une vaste documentation historique qui met en lumière nombre de points restés jusqu'ici peu connus. C'est, je pense, délibérément que l'auteur a adopté un ton rigoureusement objectif, en s'abstenant de toute critique et de tout jugement; mais son livre n'est jamais aride, et les caractères (Hevelius équilibré et réfléchi, Flamsteed misanthrope et enfermé en lui-même, Halley génial et d'une vivacité presque latine) ressortent vivants et réels de ces pages, avec toutes leurs qualités et tous leurs défauts, ce qui rend la lecture du livre extrêmement attrayante et instructive. La présentation typographique est excellente et l'impression exacte. Quelques appendices qui contiennent des documents de l'époque avec leur traduction anglaise complètent utilement le volume.

***

A un autre astronome du XVII^e^ siècle, Pierre Gassendi, est consacré le petit volume de M. P. Humbert paru dans la collection « Actualités Scien-

tifiques et Industrielles ». L'auteur expose d'une façon claire et objective l'œuvre de l'illustre astronome français, rival de Descartes. De nombreuses notes au bas des pages donnent d'utiles informations sur les personnages historiques cités au cours du volume.

Merate, R. Osservatorio Astronomico.

L. GRATTON

A. H. WILSON - *The theory of metals* (*La théorie des métaux*). Première Édition. Un vol. in-8, de 272 pages, avec 31 figures. The University Press, Cambridge, 1936. Prix, relié, 18 sh., net.

G. JOCHMANS et F. DESCANS - *Electricité et magnétisme.* Première Édition. Un vol. in-8, de 416 pages, avec figures. Librairie Polytechnique Béranger, Paris, 1938. Prix, relié, 150 fr., net.

*** *Reports on Progress in Physics* (*Rapports sur les progrès de la physique*). Tome III. Première Édition. Un vol. in-8 (*The Physical Society*), de 394 pages, avec figures. The University Press, Cambridge, 1937. (Sans indication de prix).

H. HERING - *Dissociation de l'eau en* H^2 *et* OH. Première Édition. Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 27 pages. Hermann & Cie, Paris, 1936. Prix broché, 10 fr., net.

J. BRILLOUIN - *L'acoustique et la construction.* I. *Bases de la Technique.* Première Édition. Un vol. in-8 (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*), de 83 pages, avec 48 figures. Hermann & Cie, Paris, 1937. Prix, broché, 18 fr., net.

L'hypothèse que les métaux renferment des électrons libres de se mouvoir dans les espaces interatomiques a fourni une interprétation simple du mécanisme de la conductibilité électrique. Mais la théorie électronique des métaux qui s'est édifiée peu à peu au cours de ce siècle s'est proposé d'interpréter numériquement les propriétés mécaniques, thermiques, électriques et optiques des métaux. De nombreuses difficultés se sont alors dressées devant l'effort des théoriciens et elles ne sont pas encore toutes résolues. L'exposé critique de M. A. H. Wilson, relatif à l'état actuel de la théorie électronique des métaux, constitue une mise au point d'un grand intérêt qui précise les résultats définitivement acquis et appelle l'attention sur les points qui doivent encore faire l'objet de nouvelles recherches. Après un exposé très net des principes qui sont à la base de la théorie électronique des métaux, l'auteur envisage un certain nombre de problèmes particuliers, relatifs notamment à l'équilibre des électrons à l'intérieur d'un métal; il étudie ensuite en détails les propriétés optiques de métaux et développe les grandes lignes des théories relatives à la conductibilité, insistant sur les lacunes de ces théories, surtout en ce qui concerne la supraconductibilité; deux appendices sont consacrés l'un aux statistiques de Fermi-Dirac, l'autre aux phénomènes superficiels dont les métaux sont l'objet et, en particulier, à l'émission thermoionique. L'ouvrage sera apprécié de tous ceux qui désirent prendre une vue d'ensemble d'une des questions les plus captivantes de la physique actuelle.

***

L'ouvrage de MM. Jochmans et Descans constitue un exposé d'ensemble des connaissances d'ordre théorique relatives à l'électricité, indispensables à quiconque veut aborder l'étude des multiples applications de cette science.

L'ouvrage débute par l'étude de l'électrostatique fondée sur les expériences de Coulomb et de Faraday et par celle de la magnétostatique qui présente une importance théorique indéniable.

En électrocinétique, les auteurs insistent avec raison sur la notion de force électromotrice. La théorie de l'électromagnétisme est basée sur la loi de Laplace qui fournit la relation mathématique entre un champ magnétique et le courant qui l'engendre. Les notions ainsi acquises permettent d'aborder l'important problème des états variables et de formuler les lois de l'induction électromagnétique. Les équations du champ électromagnétique et du champ électrique induits ont été mises sous forme nouvelle et se présentent de façon entièrement symétrique. Un important chapitre est consacré à la théorie de Maxwell qui présente le grand intérêt d'établir une sorte de liaison entre la mécanique rationnelle et l'électromagnétisme.

L'ouvrage s'achève par des chapitres consacrés aux principales applications de l'électromagnétisme. Sous une forme extrêmement condensée, il constitue un exposé net et méthodique des théories de l'élecricité susceptibles d'être lues avec fruit non seulement par les futurs ingénieurs électriciens, mais aussi par tous ceux qui abordent les études supérieures de physique.

***

Peu d'ouvrages sont susceptibles de présenter une plus grande utilité pour les physiciens que les si intéressants *Reports on Progress in Physics*, où se trouvent passées en revue les principales questions qui ont fait l'objet de recherches au cours d'une année. Dans les « Reports » relatifs à l'année 1937 on trouve ainsi une grande variété de monographies groupées sous des titres différents : tension superficielle, viscosité, mouvement des fluides, haute atmosphère, physique atomique, acoustique générale, mesure des bruits, chaleur, magnétisme, propriétés diélectriques, piézoélectricité, méthodes électriques d'enregistrement, superconductivité, photoélectricité, optique théorique, optique instrumentale, optique physique, optique de l'œil, vision colorée, nouvelles sources de lumière, rayons X, spectroscopie. Chaque monographie constitue un exposé d'ensemble de la question dans lequel sont rappelés non seulement les travaux de l'année courante mais les plus importantes recherches des années antérieures, et est accompagnée d'une bibliographie critique extrêmement précieuse pour les chercheurs.

***

Le spectre émis par les flammes d'hydrogène présente une série de bandes qui ne se retouvent pas dans le spectre d'absorption de l'eau liquide, ni dans celui de la vapeur d'eau à température peu élevée et ont été attribuées à la présence du radical OH. L'auteur étudie la production de ce radical

par dissociation thermique de la vapeur d'eau, par décharge électrique à travers la vapeur d'eau à basse pression, par irradiation d'un mélange de vapeur d'eau et de vapeur de mercure avec la lumière de l'arc au mercure. Ces phénomènes fournissent des données permettant le calcul des constantes des équilibres de l'eau. Toutefois, un certain nombre de ces données manquent encore de précision et, ainsi que le fait remarquer l'auteur, de nouvelles recherches seraient nécessaires pour résoudre complètement les divers problèmes qui se posent.

***

L'acoustique n'est en dernière analyse qu'une branche de la mécanique appliquée dont les principes sont connus de longue date et peu nombreux. Mais les systèmes réels que l'on rencontre dans la pratique sont extrêmement compliqués et impossibles à décomposer en éléments simples. De plus, dans les divers problèmes pratiques qui se posent aux techniciens, où l'on a en vue des objets différents, ce ne sont pas toujours les mêmes effets qui sont négligeables. Ces considérations permettent de comprendre l'intérêt que présente l'étude de M. Jacques Brillouin sur « l'acoustique et la construction » dans laquelle l'auteur envisage successivement: 1) les phénomènes fondamentaux de l'acoustique; 2) l'acoustique intérieure des salles; 3) les problèmes de l'isolement sonore et la protection contre les bruits.

Dijon, Université.

A. Boutaric

A. Fessard - *Propriétés rythmiques de la matière vivante.* I-II. *Nerfs isolés.* Première Partie: *Nerfs myélinisés.* Deuxième partie: *Nerfs non myélinisés.* Deux vol. (des *Actualités Scientifiques et Industrielles*, Nos 417 et 418), de 100 et 63 pages. Hermann & Cie, Paris, 1937. Prix, 18 et 12 fr.

On rencontre, à tous les échelons d'organisation présentés par les êtres vivants, des fonctionnements à forme périodique, mais c'est surtout chez les animaux inférieurs que la rythmicité se manifeste sous des aspects variés. Chez les organismes les plus évolués, l'observation directe ne nous fournit, à ce point de vue, que deux exemples, d'importance capitale, il est vrai: celui du cœur et celui de l'appareil respiratoire; mais il existe des périodicités cachées, dont le rôle n'est pas moins important: ce sont les *pulsations nerveuses élémentaires*, qui prennent naissance au niveau des récepteurs et de certains centres, et dont la fonction est de traduire, par leurs modulations de fréquence, les caractères quantitatifs de l'excitation sensorielle et de la commande aux appareils de réaction. Les découvertes dans le domaine de la rythmicité nerveuse *élémentaire*, c'est-à-dire d'origine cellulaire, neuronique, se sont multipliées au cours de ces dix dernières années, à la suite du développement des techniques d'oscillographie et d'amplification relatives aux phénomènes électriques transitoires; et nous sommes redevables

au physiologiste anglais E.-D. Adrian et à ses collaborateurs des travaux les plus importants dans ce domaine. Auger a récemment décrit des *pulsations électriques dans les végétaux*. Fessard a voulu rechercher d'éventuelles manifestations d'activité rythmique dans les nerfs myélinisés et dans les nerfs non myélinisés, manifestations dépourvues de rôle fonctionnel, obtenues dans des conditions artificielles, et cela avec l'intention de recueillir des renseignements sur le degré de généralité et sur les facteurs d'apparition et d'entretien du fonctionnement rythmique.

Dans ses recherches sur les fibres nerveuses myélinisées, Fessard a trouvé que, bien qu'elle ne soit pas utilisée dans le fonctionnement naturel des conducteurs, cette capacité d'automatisme n'en est pas moins une propriété importante de la substance nerveuse. Cependant, il a dû reconnaître qu'il n'est pas toujours facile de provoquer, sur les nerfs myélinisés, un départ d'influx rythmés, ni, surtout, d'entretenir un régime pulsant. Par contre, il existerait, d'après lui, une grande variété de structures nerveuses non myélinisées qui possèdent, soit dans leur activité naturelle, soit par suite d'une propriété facilement acquise dans des conditions artificielles, une capacité de fonctionnement rythmique beaucoup plus développée que celle des nerfs myélinisés. C'est le cas, par exemple, pour la plupart des terminaisons sensitives, dont la fonction est précisément de répondre, par une série d'influx, à une stimulation prolongée. (Mais, dans ce cas, l'origine du rythme est, selon nous, dans les éléments récepteurs, et non dans les fibres nerveuses conductrices). On a vu également que les dernières ramifications motrices répandues dans le muscle pulsaient facilement. (Mais l'auteur est-il bien certain que la pulsation électrique dépend des terminaisons nerveuses, et non pas, plutôt, du sarcoplasme des fibres musculaires?). Toutefois, l'auteur reconnaît que l'on ne peut préciser, dans l'indiscutable facilité qu'ont souvent les structures non myélinisées de produire des réponses rythmiques, ce qui revient à l'absence de myéline et ce que l'on doit attribuer aux propriétés du protoplasme lui-même, surtout, naturellement, lorsque des corps cellulaires sont intercalés dans les structures nerveuses examinées. Comme conclusion, il me semble qu'il faut admettre, pour l'instant, que la rythmicité automatique est une propriété plutôt du protoplasme non différencié que de ses différenciations, que celles-ci soient du type des conducteurs (fibres nerveuses) ou du type des exécuteurs (fibres musculaires).

Sur l'activité rythmique de la matière vivante a été publiée récemment une importante contribution de A. Bethe, *Rhythmik und Periodik besonders im Hinblick auf die Bewegungen des Herzens und der Meduse* (« Pflüger's Arch. », 1938, *239*, 41-73), où l'on distingue entre rythmicité et périodicité; mais cette publication est postérieure à celle de Fessard. De beaucoup antérieure, par contre, est celle de Fil. Bottazzi, *Sulla ritmicità del moto del cuore e sulle sue cause. (Del ritmo nei fenomeni biologici)*. (« Lo Sperimentale: Arch. di Biologia », 1896, *51*, 72 p., avec 14 figures dans le texte). Mais Fessard l'ignore.

Napoli, R. Università.

FILIPPO BOTTAZZI

J. P. SARTRE - *L'imagination*. Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Nouvelle Encyclopédie philosophique*), de 162 pages. F. Alcan, Paris, 1936. Prix, broché, 10 fr.

P. QUERCY - *Les hallucinations*. Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Nouvelle Encyclopédie philosophique*), de 178 pages. F. Alcan, Paris, 1936. Prix, broché, 10 fr.

P. JANET - *L'intelligence avant le langage*. Première Édition. Un vol. in-16 (de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*), de 292 pages. Flammarion, Paris, 1936. Prix, broché, 12 fr.

Comme la morale et la sociologie, la psychologie a ses traditions auxquelles, trop souvent, on se soumet par habitude, parce qu'on en a été nourri depuis l'enfance. Qu'apparaisse ún esprit audacieux qui ose soumettre à un examen critique les conceptions admises, et voilà que le problème prend un aspect nouveau que l'on s'étonne de ne pas avoir découvert plus tôt. M. Sartre est un de ces audacieux. Nous ne lui en faisons pas un reproche, bien au contraire.

Son petit volume sur l'*imagination* contient une critique serrée du problème de l'image jusque chez ses représentants les plus récents. Il leur reproche de ne pas avoir observé directement leurs images « pas un instant il n'a regardé ses images »; de n'avoir pas approfondi le problème et d'en être resté à l'époque où Leibnitz répondait à Locke par ses *Nouveaux Essais*. On n'a pas su se débarrasser de la métaphysique que renferme la théorie classique, ni des préjugés qui remontent jusqu'à Aristote. Aussi, pour aboutir à un résultat solide, faut-il « repartir de zéro, négliger toute la littérature préphénoménologique de l'image ». On n'aura recours ni à la méthode de Würtzburg, ni à l'introspection, puisqu'elles sont tombées dans les erreurs signalées. C'est sur les travaux de Husserl que l'auteur compte s'appuyer pour entreprendre sa délicate recherche. Il y a dans les « *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie* » les bases d'une théorie nouvelle de l'image « qui est un acte et non une chose, qui est conscience de quelque chose ».

C'est sur une promesse que se termine l'ouvrage. L'auteur a préparé le terrain; avec vigueur et précision, il dévoile les défauts des théories anciennes. Il faut le remercier de sa critique et attendre avec confiance la suite de ses travaux.

***

L'auteur donne ici, en un court volume, un résumé du grand ouvrage qu'il a publié sur le même sujet il y a quelques années et dont nous avons parlé a cette même place. Le lecteur qui chercherait simplement à connaître l'état actuel du problème des hallucinations, trouvera dans ce volume un résumé clair et précis qui lui sera d'une grande utilité.

***

Poursuivant la reconstitution de l'évolution de l'intelligence humaine, M. Janet étudie dans ce volume « la constitution d'objets intellectuels qui ont joué un rôle considérable dans l'établissement des relations de quantité et des relations sociales qui ont préparé le langage ». L'auteur a su ramener

à des gestes simples, mais de toute nécessité pour la vie qu'ils conditionnent, les notions abstraites que nous utilisons aujourd'hui qui sont impliquées dans ces gestes, même quand ceux qui agissent n'en ont aucune connaissance.

L'ouvrage comprend quatre parties où sont successivement étudiées: la *quantité* avec le panier de pommes, la part de gâteau, le rangement, l'individuation; les relations sociales que symbolisent le signe, le commandement et l'obéissance et le langage; les *débuts du temps* avec la mémoire, l'image mentale, l'écriture et la lecture et les périodes du temps. La quatrième partie condense en une belle synthèse les données ainsi acquises pour exposer l'*évolution de l'intelligence élémentaire*.

Un tel ouvrage mériterait plus qu'un bref compte-rendu. On y voit que c'est de l'activité même de l'homme aux prises avec des difficultée matérielles qu'il lui faut résoudre par son initiative, par son effort pour sortir de la routine habituelle, qu'est sortie peu à peu l'intelligence et tous les instruments par lesquels elle s'exerce. C'est la vie avec ses difficultés et les efforts qu'elles exigent, avec aussi sa sourde volonté d'être qui a créé d'elle-même les instruments de culture. Claparède a dit quelque part que la prise de conscience, avec les conséquences qu'elle entraîne, se faisait quand l'individu ne peut pas résoudre par le seul instinct le problème à lui posé, quand une situation nouvelle exige un effort créateur. L'ouvrage de M. Janet confirme en l'enrichissant cette façon de voir.

Falaise (Calvados).

Y. Le Lay

A. Colnat - *Les Épidémies de l'Histoire.* Un vol. in-8, de 192 pages, avec 56 illustrations. Éditions Hippocrate, Paris, 1937. Prix, broché, 30 fr.

L'auteur trace un tableau historique de quelques-unes des plus graves épidémies qui ont ravagé le monde. Un chapitre intéressant est consacré à la peste d'Athènes, un autre à celle du 14e siècle; une vaste étude traite de l'épidémie de syphilis en Italie que l'auteur, contrairement à l'opinion généralement admise, attribue à la découverte de l'Amérique. On trouve dans ce livre quelques documents iconographiques intéressants relatifs à la diffusion de la peste, et les pages consacrées aux épidémies qui avaient frappé les armées napoléoniennes méritent d'être signalées. Quelques conclusions sur les causes auxquelles on doit attribuer la diffusion imprévue de certaines épidémies ainsi que les conséquences que quelques-unes d'entre elles, comme, par exemple, les épidémies qui ont frappé le monde vers la fin de l'Empire Romain ou la peste de Byzance, ont eu pour l'histoire de la civilisation, ne semblent pas toujours suffisamment démontrées. Mais les problèmes posés sont très difficiles, et il faut noter que l'auteur les a courageusement affrontés. On ne peut que recommander la lecture de ce livre qui offre un ensemble intéressant de données historiques et de belles illustrations.

Padova, R. Università.

A. Castiglioni

R. P. ALLO - *Saint Paul, Seconde Epître aux Corinthiens.* Première Édition. Un vol. in-8 (de la collection *Études Bibliques*), de LXXV-387 pages. Lecoffre-Gabalda, Paris, 1937. Prix, broché, 100 fr.

Le P. Allo, qui avait donné déjà dans la même collection le commentaire de la première aux Corinthiens, s'est chargé également de la seconde. Il propose au délicat problème de leurs rapports et des faits survenus dans l'intervalle une solution qui, sans s'imposer absolument — la certitude n'est guère possible en pareille matière — paraît du moins fort plausible. On retrouve dans le présent volume les qualités qui caractérisaient le précédent: science exégétique et historique, talent d'exposition et de discussion. Une introduction très nourrie étudie les circonstances dont est née l'épître, ses caractères, son contenu et sa langue, les questions de date et d'authenticité, la tradition textuelle et les principaux commentaires; elle s'achève par une bonne bibliographie. Le commentaire lui-même, très développé, parfois même un peu touffu, accompagne le texte grec, en regard duquel figure la traduction française. Les notes sont réparties en deux colonnes; l'une est réservée pour les remarques relatives à la forme, l'autre comprend le commentaire proprement dit; une série d'excursus reprennent d'ensemble quelques points particulièrement importants. Un index analytique, d'excellents index des citations scripturaires, des auteurs cités et des mots grecs rendent le maniement de l'ouvrage très commode. Il représente avec le commentaire de la première épître ce que l'exégèse orthodoxe a produit de plus complet et sans doute aussi de meilleur sur la question corinthienne. Confronté avec des commentaires de tendances différentes il rendra des services incontestables.

Strasbourg.

M. SIMON

RIVISTA DELLE RIVISTE – REVUE DES REVUES
REVIEW OF REVIEWS – ZEITSCHRIFTEN-UMSCHAU
REVISTA DE REVISTAS

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society - (Londres, Mars 1938). — 1. « R. v. de Woolley, *A parabolic double star orbit* » (*Une orbite parabolique d'étoile double*). — Dans les « Mon. Not. Roy. Astro. Soc. », 93, 8 Juin 1933, le Doct. Henry Norris Russell a décrit une méthode pour la détermination rapide des orbites des binaires visuelles. Cette méthode graphique était si facile à appliquer que deux orbites complètes pouvaient être calculées en un jour. Le Dr. R. v. d. Woolley a modifié la méthode de Russell pour les cas où l'excentricité est élevée, et, en supposant que celle-ci est égale à l'unité, sa méthode graphique est simple et d'une application rapide. Elle est complètement décrite, et appliquée à l'étoile double Σ 1639. Les valeurs de l'angle de position et de la séparation déduites des éléments sont comparées avec neuf lieux normaux et il y a un très bon accord pour les deux coordonnées. Il n'est pas impliqué, naturellement, que l'orbite est définitive, mais, si l'astre est soigneusement observé durant quelques années, il est possible que l'on puisse déterminer l'excentricité. On suggère aussi que σ_2 UMa, à laquelle Halpern a fixé une orbite parabolique il y a six ans, soit observée durant quelques années en vue de pouvoir calculer son excentricité. — 2. « W. J. Luyten, *On the Accuracy of parallaxes determined from spectral class and proper motion* » (*Sur l'exactitude des parallaxes déterminées d'après la classe spectrale et le mouvement propre*). — Le Dr. W. J. Luyten montre que les parallaxes déterminées par la méthode ci-dessus possèdent une exactitude individuelle élevée, contrairement à la vue généralement acceptée selon laquelle elles ne seraient utilisables que pour des études statistiques. En 1923 l'auteur a publié les spectres et les parallaxes hypothétiques pour 100 étoiles à grands mouvements propres, et en 1924 il a publié une liste de parallaxes hypothétiques pour les étoiles brillantes dans l'hémisphère austral. Quand ces listes ont paru, une petite proportion seulement des étoiles avaient des parallaxes trigonométriques connues, mais depuis celles-ci ont été pratiquement toutes déterminées. Deux tableaux montrent la comparaison entre les parallaxes prédites et celles déterminées trigonométriquement, et l'accord est aussi bon que celui que l'on trouve entre deux séries différentes de parallaxes trigonométriques. Il y a quelques cas où des désaccords considérables apparaissent, mais il est suggéré que la classe spectrale utilisée est inexacte pour trois étoiles de la première liste, et, dans la seconde liste, prise d'après *H. C.*, 251, 1924, *p* Eridani, qui montre un assez grand désaccord, est une étoile exceptionnelle, ayant une vitesse tangentielle de 8 km/sec. seulement, et une masse beaucoup plus grande que la moyenne pour sa classe spectrale. L'auteur est d'avis que si des classes spectrales, des magnitudes et des mouvements propres exacts étaient utilisables, il serait possible de prédire la parallaxe d'une étoile avec une erreur moyenne de 23 pour cent, ce qui correspond à 0 m.7 dans la magnitude absolue résultante. — 3. « St. Williams, *The south equatorial current of Jupiter* » (*Le courant équatorial austral de Jupiter*). — M. A. Stanley Williams a montré en 1936 qu'il y a eu une diminution continuelle de la vitesse du courant équatorial austral de Jupiter entre 1880

et 1910, et que cette diminution a probablement continué jusqu'en 1926. Sur ce dernier point, cependant, il y avait quelque doute, car il y avait peu de points remarquables sur ou au voisinage du courant équatorial austral, et cette région du courant équatorial était généralement calme. Un récent mémoire de la section de Jupiter de la British astronomical Association, de Février 1937, a montré que la diminution de vitesse a été pratiquement continue de 1880 à 1931, période non inférieure à cinquante et un ans. M. Williams continue la discussion du sujet, et note qu'entre les années ci-dessus mentionnées la diminution de vitesse s'élève jusqu'à 40 km/h. Une courbe moyenne n'apporte aucune indication de périodicité, et une particularité curieuse est la pause et la faible augmentation de vitesse en 1900, pour lesquelles il est difficile de donner quelque explication que ce soit. Ce courant équatorial austral a environ 275.000 milles de long et 4.500 milles de large, sa profondeur étant inconnue. M. Williams suppose cette dernière de 10 milles, ce qui est probablement sous-estimé, et il considère que sa densité moyenne est à peu près celle de notre propre atmosphère. La question se pose, de savoir ce qui peut être responsable de la diminution de vitesse de cet énorme courant. La grande variation d'énergie qui est nécessaire semble tout à fait indépendante de toute action solaire, et elle provient probablement de la planète elle-même. Les observations n'arrivent pas à montrer une certaine connection avec la période de 11 ans des taches solaires ou avec la période de révolution de la planète autour du Soleil. Il semble assez évident que des perturbations entraînant des variations considérables d'énergie se produisent sur la planète Jupiter.

M. D.

Revue générale des Sciences - (Paris, 31 Mars 1938). — « E. Heintz, *Les flammes sensibles au son* ». — C'est un article d'ensemble. Après l'historique de la question l'auteur décrit les différents types de flammes, puis il analyse les phénomènes se passant au sein même de la flamme et les moyens de les observer. Le miroir tournant et le stroboscope montrent que des phénomènes périodiques se passent dans la flamme. Un dispositif spécial de P. E. Schiller (combinaison d'un miroir tournant et d'un stroboscope) permet de constater que la flamme excitée par un son se compose « d'éléments de forme » extrêmement variables. Une série de photographies (d'après P. E. Schiller) montrent la richesse de formes qui prennent naissance sous l'influence de différents sons, de complexes de sons et de la voix humaine. L'auteur passe en revue les différentes explications et interprétations mathématiques proposées et conclut qu'à l'heure actuelle aucune de ces théories ne permet de saisir le phénomène dans sa totalité. Les applications de la flamme sensible sont nombreuses: mesures de fréquences, de longueur d'ondes stationnaires, détection de sons de différence et de combinaison; analyse de sons et de la voix humaine (procédé Schiller); mesure de fréquence de courants alternatifs. L'auteur conclut que: « la flamme sensible offre un vaste champ de recherches, tant pour l'élucidation du phénomène en lui-même, que pour les applications pratiques ».

F. A.

Rivista di Psicologia - (Bologna, Avril-Juin 1938). — « G. Tarozzi, *Il valore filosofico della psicologia* » (*La valeur philosophique de la psychologie*). — La valeur philosophique de la psychologie ne consiste pas en des principes métaphysiques ou en des orientations spéculatives d'où le psychologue ferait dépendre, ou selon lesquelles il dirigerait, ses recherches, mais dans les problèmes que le philosophe voit naître des investigations et des conclusions psychologiques; et cela résulte clairement des exigences

que présentent aussi, dans leurs phases les plus récentes, la gnoséologie, l'esthétique, la logique, l'éthique et la pédagogie. Mais, plus encore, la valeur philosophique de la psychologie consiste dans l'importance qu'elle a en ce qui concerne la notion de l'esprit, notion qui, selon l'auteur, est psychologique plutôt que gnoséologique, et peut être efficacement défendue contre les objections tirées du criticisme et d'autres sources, — objections qui voudraient dénier à la psychologie la capacité de révéler l'intériorité vraie et l'accusent de vouloir déduire la genèse de la pensée de ce qui n'est pas pensée, et d'être, par là, naturaliste et déterministe. L'auteur, après avoir défendu la psychologie contre toute cette opposition, conclut qu'elle est science philosophique, étant science de l'esprit, et que la philosophie, spécialement aujourd'hui, ne peut ni l'ignorer ni se passer d'elle. F. S.

***

Zeitschrift für Rassenkunde - (Stuttgart, Janvier 1938). — «B. SKERLJ, *Zur Rassenkunde der Jugoslawen* » (*Des races en Jougoslavie*). — Dans l'introduction théorique, on a essayé d'établir une connexion intime entre les types ethniques et les caractères ressortissant soit au sexe, soit à la constitution. De ces recherches il résulte que, manifestement, les formes que revêt un type ethnique sont subordonnées au genre de la constitution et au sexe. On peut distinguer les groupes que voici:

masculin - leptosome - races eurafricaines;
indifférent - indifférent - races dinotauriques;
féminin - eurysome - races eurasiatiques.

En général, pour définir une race, il suffit de quatre caractères susceptibles d'être exactement déterminés. S'il s'agit d'un groupe de races (eurafricaines, dinotauriques, eurasiatiques), ce nombre peut le plus souvent se réduire à deux. Vient ensuite l'exposé principal, donnant la description des différentes races. Ce sont: dans le groupe eurafricain, *Homo sapiens pelagius* (ce qu'on est convenu d'appeler les Méditerranéens), *H. s. atlanticus*, *H. s. europæus*, *H. s. vistulensis* (Skerlj), *H. s. scandinavicus* (Skerlj); dans le groupe dinotaurique, *H. s. dinaricus*, *H. s. savicus* (Skerlj), *H. s. noricus* (Skerlj); dans le groupe eurasiatique, *H. s. alpinus*, *H. s. pannonicus* (Skerlj) et *H. s. slavonicus*. Le type des Atlantides présente une extrême importance; il faudra le prendre à l'avenir en considération plus qu'on ne l'a encore fait. De même pour *H. s. slavonicus* (les Baltides). Toutes ces races sont représentées en Yougoslavie, mais leur répartition varie dans les différentes régions de ce pays: districts alpins, littoral, territoire montagneux le plus étendu, plaine Pannonique, Yougoslavie orientale. Toutefois, les Dinarides donnent à l'ensemble de la population yougoslave un cachet unifié, car ils forment environ un quart de la totalité. S'y ajoutent avant tout les Savides et les Alpides (Alparmenides), ainsi que, dans la Serbie du sud et sur les côtes, les Atlantides et parfois les Méditerranéens. Dans la dépression septentrionale, les Pannonides forment un élément ethnique important. Toutes les autres races sont secondaires, quoique présentes dans tout le territoire yougoslave. Les Baltides se trouvent surtout dans la dépression et dans les Alpes; dans ces mêmes contrées et sur la côte les Nordides sont plus nombreux qu'ailleurs, mais les Norides se rencontrent à travers tout le pays. A. J.

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUPPLÉMENT

Traductions Françaises

des articles dont le texte original n'est pas en langue française.

(Chaque traduction a été revisée par l'Auteur).

L'ÉLASTICITÉ DES SUBSTANCES À LONGUE CHAÎNE CONSIDÉRÉE COMME EFFET STATISTIQUE

L'auteur fournit de l'élasticité élevée et réversible du caoutchouc naturel, ainsi que des produits analogues d'origine synthétique, une nouvelle explication. Celle-ci est basée sur le fait qu'une molécule filiforme longue et flexible subit, au cours de l'extension, une variation d'entropie: cela s'interprète en ce sens que l'état allongé présente moins de probabilités d'existence que l'état distendu. Pour obtenir celui-là à partir de celui-ci, il est ainsi nécessaire de fournir un travail. La tension d'un caoutchouc allongé est donc provoquée non par une variation d'énergie interne, mais par une variation d'entropie du matériau. Une comparaison avec les résultats fournis par l'expérience montre que cette explication cadre parfaitement avec nos connaissances sur l'élasticité et la thermo-élasticité du caoutchouc.

1. — Introduction.

Tous les corps, constitués de chaînes longues et flexibles jouissent d'une propriété particulièrement surprenante, d'une *grande élasticité réversible.* Bien qu'encore puissent sensiblement différer les zones de température où apparaît ce phénomène (pour le polyvinylalcool et le caoutchouc à peu près à la température normale; pour le polystyrol, le soufre ou le thiokol, seulement à des températures assez élevées), il est avéré que l'existence de longues chaînes flexibles est imposée comme condition rigoureusement indispensable de « *l'élasticité type caoutchouc* ». Ainsi on observe cette dernière sur le polyvinylalcool (Vinarol), les polybutadiènes (Buna), les polyméthylbutadiènes (Méthylcaoutchouc), sur le polyacrylester de même que sur des produits mixtes de polymérisation avec le chlorure de vinyle, en outre sur la fibrine des tendons et des muscles, sur les polychlorobutadiènes (Dupren, Sowpren), sur les polyéthylsulfures (Thiokol, Baerite), les polyphosphonitrochlorures et, finalement, sur les huiles vulcanisées (Faktis) aussi bien que sur le soufre élastique lui-même. Dans les cas jusqu'à présent expérimentés (caoutchouc naturel, Buna, Méthylcaoutchouc) on a constaté que le module d'élasticité croît proportionnellement à la température absolue et qu'au cours de l'allongement se produit un dégagement de chaleur, phénomène en opposition avec le comportement des corps élastiques normaux (acier, quartz, verre, etc.).

On doit être frappé de ce que, chimiquement, ce sont des substances nettement différentes qui jouissent de cette caractéristique commune, d'avoir un allongement particulièrement important et réversible (type caoutchouc), et être tenté d'attribuer celle-ci à la structure fondamentale de ces corps, essentiellement analogue pour tous. On peut préciser cette dernière ainsi: tous les corps susnommés sont constitués de molécules très longues formant chaînes et présentant un haut degré de mobilité interne. Le nombre d'éléments de ces chaînes oscille entre 10^2 et 10^4 et leur mobilité est déterminée par leur mode de liaison — la plupart du temps une simple connexion C-C (carbone-carbone).

2. — Sur l'allongement des substances normales et des substances a longues chaînes.

Il paraît en outre essentiel de noter que, contrairement à ce qui vient d'être dit, les substances ne jouissant pas de ces deux propriétés, ou n'en jouissant que dans une mesure restreinte, ne montrent jamais une zone importante d'allongement réversible, mais possèdent par contre les propriétés caractéristiques élastiques normales des solides cristallisés ou amorphes. Ces produits se distinguent considérablement, des substances susdites à longues chaînes, aussi bien par le degré des phénomènes élastiques qu'en particulier par le comportement « *thermoélastique* ».

De la façon dont se présentent les caractéristiques normales élastiques des corps solides cristallisés ou amorphes on peut se faire comme suit, au moins qualitativement, une idée suffisante pour le cas qui nous occupe. Les diverses particules — atomes, ions ou molécules — se trouvent dans des positions d'équilibre (régulièrement disposées dans les cristaux, irrégulièrement dans les solides amorphes) et accomplissent autour de celles-ci des oscillations à peu près élastiques, plus importantes à haute qu'à basse température. Si l'on étire une telle substance, les diverses particules se trouvent légèrement déplacées de leurs positions de repos et oscillent alors autour de nouvelles positions d'équilibre, dont l'écart est sensiblement supérieur à sa valeur antérieure et dont le niveau minimum est légèrement accru. L'accroissement de l'écart correspond à l'allongement provoqué par l'extension; l'augmentation du niveau des positions de repos indique que, maintenant, dans l'éprouvette est emmagasinée une certaine quantité d'énergie: « *la tension élastique* ».

Si l'on libère le cristal, les particules élémentaires — atomes, ions, etc. — reviennent dans leurs positions d'équilibre primitives, restituent leur énergie et l'état antérieur se trouve à nouveau et complètement rétabli.

La thermodynamique exige qu'au cours d'un allongement rapide le corps se refroidisse et qu'au contraire il s'échauffe dans une détente rapide: c'est bien ce qui a été aussi prouvé expérimentalement.

Ce sont des conditions complètement différentes que l'on rencontre avec l'allongement « type caoutchouc ». En l'occurrence la zone d'allongement élastique réversible peut atteindre plusieurs cents pourcent; la courbe d'allongement part en général linéairement à partir de l'origine, puis prend ensuite, suivant les conditions d'expérience, une allure plus ou moins compliquée. Le module d'élasticité ne reste donc pas constant durant toute l'extension; dans la partie rectiligne du début de la courbe, il se tient aux environs de 10^7 à 10^5 dyn par cm^2, valeur bien inférieure à celle rencontrée dans le cas d'allongement des cristaux. Au cours d'une extension rapide la substance s'échauffe pour se refroidir au cours du raccourcissement, comme il a été, en particulier, démontré dans les récents et importants travaux de Hock et Woelisch.

Eclairons par transparence, comme l'a fait pour la première fois J. R. Katz, une bande de caoutchouc en cours d'allongement avec des rayons X: on observe d'abord, celle-ci étant à l'état non tendu, un anneau estompé, faisant conclure à une structure amorphe du matériau, et qui reste à peu près non modifié jusqu'à des allongements entre 100 et 200%; ensuite, au-

tour de lui apparaissent, ainsi que dans le cas de cristaux, de nettes et significatives interférences, de la présence desquelles on peut conclure qu'au fur et à mesure de l'allongement se forment de petites zones ordonnées. L'étude de celles-ci a été entreprise avec plus de précision par Hauser et Mark, par Mark et von Susich, par Lotmar et Meyer, puis, plus récemment, par Thiessen et ses collaborateurs; elle a conduit à l'établissement d'une structure prototype pour le caoutchouc naturel.

D'autres substances à longues chaînes montrent un comportement analogue, bien que cependant moins net. Le module d'élasticité et toute l'allure de la courbe d'allongement dépendent, dans une grande mesure, de la température et du degré de vulcanisation. Les produits vulcanisés n'ont que très modérément, ou même pas du tout, « *l'élasticité type caoutchouc* »; c'est que, lorsqu'entre les diverses chaînes, mobiles d'elles-mêmes, se sont établies, sous forme de ponts de soufre, de trop nombreuses liaisons transversales, cette élasticité type-caoutchouc disparaît et que l'on se rapproche toujours de plus en plus du comportement normal des solides cristallisés (ébonite). Quant au module d'élasticité, calculé d'après la portion du début de la courbe d'allongement, il croît avec la température, comme l'ont nettement en particulier établi K. H. Meyer ainsi qu'Ornstein et leurs collaborateurs.

L'exposé de ces particularités montre que le mécanisme moléculaire de l'élasticité type caoutchouc diffère fondamentalement, de toute évidence, de celui de l'élasticité normale et on ne sera pas bien éloigné de la vérité en rattachant, de façon ou d'autre, ce mécanisme à l'existence de ces longues et flexibles chaînes. Voici déjà plusieurs années, K. H. Meyer, en se basant sur les recherches susmentionnées sur la variation, en fonction de la température, du module d'élasticité du caoutchouc, a expliqué cette élasticité comme étant un effet cinétique. Nous sommes redevables a L. Wölisch de considérations analogues sur le muscle.

3. — La statistique interne moléculaire d'une molécule isolée a chaînes.

Pour partir de conditions aussi simples que possible, nous considérons une molécule filiforme isolée, soit en fait une chaîne peu compliquée, celle d'un carbure d'hydrogène à n éléments, c'est-à-dire avec (n+1) atomes de carbone:

$$CH^3 - CH^2 - \underbrace{\cdots\cdots\cdots}_{(n-3)} - CH^2 - CH^3$$

où n doit être un nombre compris entre 10^2et 10^4. Ce modèle représente, il est vrai, une simplification considérable par rapport à la formule du caoutchouc naturel car les groupes méthylés en sont absents, mais il ne s'agit tout d'abord que d'étudier le comportement fondamental d'une telle chaîne. Ultérieurement nous aurons à tenir compte de ce que l'orientation libre réalisée dans la chaîne en question n'existe pas complètement dans la réalité et de ce que les diverses chaînes d'un élément macroscopique doivent se contrecarrer mutuellement de façon ou d'autre.

D'après les lois fondamentales de la stéréochimie, les divers éléments de la chaîne considérée ont une longueur de 1,54 Å (Angström), l'angle de

leurs valences étant $\alpha = 109^o$ environ; si nous étendons complètement la chaîne, pour qu'elle prenne l'aspect de la fig. 1, sa longueur est donnée par la formule:

$$L = (n-1).\, l \sin \frac{\alpha}{2} = r_{max} \qquad (1)$$

Cette longueur maximum de chaîne ne peut être obtenue, comme le prouve un examen immédiat, que d'une *seule* façon, à savoir lorsque toutes les liaisons se trouvent dans un seul et même plan et forment le *ruban en zig-zag* représenté sur la fig. 1; le plus grand écart principalement réalisable entre les extrémités, $r_{max} = L$, correspondant à l'alignement complet des chaînes, ne se peut ainsi obtenir que d'une seule manière.

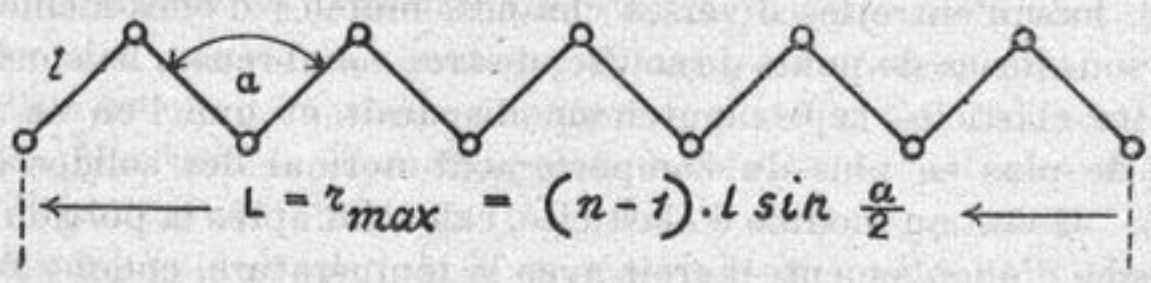


Fig. 1

Mais si nous voulons placer les extrémités des chaînes à une autre distance l'une de l'autre, à la distance r par exemple ($r < r_{max}$), cela peut s'obtenir alors par *combinaisons très diverses*; nous pouvons en effet, par suite de la mobilité interne de la chaîne, disposer les différents maillons de beaucoup de façons différentes pour obtenir exactement la distance r entre les deux atomes de carbone extrêmes. Si nous imaginons un grand nombre, 1000 environ, de telles chaînes jetées tout à fait au hasard sur le sol, que nous mesurions alors l'écart entre extrémités de chacune d'elles et dressions une statistique, il est fort improbable d'après la théorie des probabilités que nous trouvions l'écart maximum possible, puisqu'il ne peut être obtenu que d'une seule façon; tout écart inférieur peut être beaucoup plus fréquemment obtenu et par suite sera aussi plus souvent rencontré dans la réalité.

A chaque écart donné r entre les deux extrémités de chaînes correspond un nombre parfaitement fini de possibilités de réalisation qu'en accord avec Boltzmann on peut nommer la « *complexion* correspondante ». Pour calculer celle-ci comme fonction de r on se trouve dans l'obligation de faire diverses hypothèses sur la structure de la chaîne et sur sa mobilité. Si l'on désigne par l la longueur d'un des éléments, par n le nombre de ceux-ci et par α l'angle entre deux éléments successifs, et que l'on puisse faire régner une orientation complètement libre, il y a alors probabilité pour que les extrémités d'une telle chaîne soient écartées l'une de l'autre d'une longueur r donnée par la relation:

$$W(n, l, \alpha, r)\, r^2\, dr = 3 \cdot \sqrt{\frac{6}{\pi}} \cdot \frac{1}{n^{3/2} \cdot l_\alpha^2} \cdot \exp. \left(- \frac{3\, r^2}{2\, n\, l_\alpha^2} \right) \cdot r^2\, dr \qquad (2)$$

n: nombre d'éléments;
l: longueur individuelle d'un élément;
α: angle de valence;

$$l_\alpha^2 = l^2\, \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha};$$

r doit naturellement toujours rester inférieur à r_{max}.

Les considérations ci-dessus amènent à admettre qu'une chaîne en équilibre thermodynamique avec le milieu environnant — et qui reçoit de toutes parts irrégulièrement des impulsions thermiques — prend toujours « *d'elle-même* » l'état correspondant au plus grand nombre de possibilités de réalisation. Cela ne constitue autre chose que l'application de la « *statistique de Boltzmann* » à une unique molécule filiforme et ne peut soulever aucune objection pour autant que l'on ait affaire aux éléments suffisamment indépendants les uns des autres dont traite la statistique. Nous désirons maintenant, par transposition des considérations de Boltzmann, affecter à une chaîne isolée de valence principale une entropie:

$$S = k \ln W \qquad (3)$$

et tenter de déduire de celle-ci son comportement thermodynamique. En premier lieu, nous allons trouver qu'une telle chaîne ne peut, d'elle-même, toujours que passer à un état de plus grande entropie, c'est-à-dire de plus grande probabilité et que, pour l'établissement d'un état plus improbable, du travail devra être fourni. Si donc nous avons affaire à une chaîne dont les extrêmités sont à une distance r l'une de l'autre et que nous veuillions accroître celle-ci jusqu'à la valeur maximum L, nous devrons fournir dans ce but un travail A correspondant à la différence des entropies $S_r - S_L$. Cette dépense de travail provoquera un échauffement de la chaîne en cas d'extension rapide. Cela correspond exactement à l'échauffement d'un gaz parfait lors d'une compression adiabatique; au cours de celle-ci se produit une diminution d'entropie du fait que des portions du volume occupé primitivement par le gaz lui sont maintenant inaccessibles; il en résulte là aussi une diminution des possibilités de réalisation.

La pression p d'un gaz est exercée par suite du mouvement moléculaire irrégulier qui tend à rendre à nouveau accessible au gaz un volume supérieur, donc à augmenter le nombre des possibilités d'arrangement, ce qui est synonyme d'un accroissement d'entropie. Exactement de même la traction σ entre extrémités d'une chaîne de valence principale étirée sera provoquée par le déplacement thermique irrégulier des divers éléments qui tend à amener la chaîne à une longueur plus réduite; celle-ci en effet possède un nombre plus grand de possibilités de réalisation, par suite est plus probable et correspond à une entropie supérieure. On comprend alors pourquoi les matières analogues au caoutchouc doivent s'échauffer au cours de l'extension et se refroidir par contraction, en analogie complète avec le comportement de gaz parfaits et contrairement à l'élasticité normale des cristaux.

Avec les gaz parfaits l'énergie interne U est indépendante du volume; de même on peut, pour le caoutchouc, définir comme « *zone idéale* » une zone à l'intérieur de laquelle l'énergie interne est indépendante de la tension. Des expériences ont montré qu'avec des échantillons peu vulcanisés, pour un allongement atteignant 250% environ, il n'existe en fait qu'une très faible dépendance entre l'énergie interne et la longueur. Pour les gaz réels, et les objets en caoutchouc qui n'appartiennent pas à cette zone particulière, ce comportement se trouve modifié et il survient, du fait des efforts intermoléculaires, une dépendance entre l'énergie interne et le volume ou l'allongement.

4. — Etablissement d'une équation d'état pour le caoutchouc.

Nous voulons donc, par analogie avec les gaz parfaits, établir une *équation d'état* du caoutchouc idéal et nous obtenons l'équation:

$$\sigma = k\,T \cdot \frac{3}{n\,l^2} \cdot \frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha} \cdot \delta l \qquad (4)$$

De celle-ci on tire que le module E d'élasticité d'une matière similaire au caoutchouc et allongée doit croître proportionnellement à la température absolue. Précisément cela a été établi récemment par divers auteurs dans la zone de -50^o à $+80^o$ C, ce qui est en concordance absolue avec la théorie proposée, mais en complète opposition au comportement élastique normal. L'équation exprime aussi la proportionalité entre la tension et l'allongement, condition qui, ainsi que le montrent également les expériences au moins dans la zone de début des allongements — et ce n'est que pour celle-ci que valent les hypothèses faites et par suite les déductions qui en sont tirées —, est parfaitement satisfaite.

La relation (4) implique également un rapport entre la tension régnant dans le morceau de caoutchouc et le nombre des diverses molécules filiformes contenues par cm^3; elle permet donc aussi et exactement, — comme l'équation d'état rapportée à l'unité de poids d'un gaz parfait —, le calcul du poids des diverses chaînes. W. Kuhn a procédé à celui-ci: il obtient pour le poids moléculaire des valeurs entre 20.000 et 100.000, ce qui est en parfaite concordance avec les idées générales sur la grandeur des chaînes de valence principale.

Il est également intéressant de remarquer que, pour le caoutchouc, il faut distinguer les chaleurs spécifiques: $C\sigma$ à tension constante et C_l à longueur constante; de même, pour un gaz, on a les chaleurs moléculaires à volume constant et à pression constante. Alors qu'ainsi qu'on le sait la différence entre ces deux grandeurs est, pour les gaz parfaits, égale à R, un calcul simple, basé sur les formules précédemment établies, donne, pour le caoutchouc, une différence analogue entre les deux chaleurs spécifiques par cm^3. Par cette relation, on obtient une constante K ayant une signification analogue à la constante R des gaz parfaits.

5. — Degrés supérieurs d'allongement; passage au caoutchouc réel.

Bien qu'avec l'aide de l'explication proposée pour l'élasticité du caoutchouc les propriétés les plus essentielles de ce matériau puissent être représentées de façon assez satisfaisante et avant tout homogène, on ne peut naturellement dissimuler qu'entre les formules établies et la réalité il y a encore un grand fossé dont le comblement présentera d'encore très sérieuses difficultés. La relation (4) ne fournit en effet que la portion du début de la courbe d'allongement dans cette zone à l'intérieur de laquelle σ et l sont directement proportionnels l'un à l'autre. Si l'on veut aller plus loin on se trouve devant le problème du remaniement de l'équation d'état du caoutchouc parfait; il en arrive de même, dans le cas des gaz, lorsqu'on passe de l'équation des gaz parfaits à celle de van der Waals.

En l'occurrence nous devons remarquer qu'aussi bien en ce qui concerne les diverses chaînes que les interactions des chaînes entre elles des corrections appropriées sont à apporter. Jusqu'à présent nous avons en fait déjà introduit, relativement aux chaînes élémentaires, des hypothèses qui sûrement ne se rencontrent pas dans la réalité et il sera nécessaire de les abandonner successivement. En outre il est évidemment inexact de ne pas tenir compte des interactions réciproques des chaînes. Par suite les progrès nécessaires, pour améliorer le prototype extra-simple tout d'abord proposé, peuvent être répartis en deux groupes:

1°) - La statistique de position d'une molécule filiforme *isolée* doit être remaniée en faisant intervenir les forces d'attraction et de répulsion entre les divers éléments constitutifs d'une chaîne; et:

2°) - Les interactions *réciproques* entre les différentes chaînes de l'échantillon soumis aux essais doivent également parvenir à s'exprimer de façon adéquate.

1°) - Il y a lieu de souligner, à l'encontre des efforts d'attraction et de répulsion de van der Waals entre les éléments d'une chaîne unique, que ces positions, tout d'abord admises par nous comme statistiquement équivalentes, montrent en réalité des différences énergétiques et ne sont donc nullement équivalentes. Chaque possibilité microscopique de réalisation d'un état déterminé de la chaîne serait plutôt, — si l'on prend en considération les réactions opposées de ses divers éléments —, à affecter d'un facteur de poids exp. $\left(-\frac{\varepsilon\, i}{k\, T}\right)$ et le calcul de statistique serait à conduire en tenant compte de la totalité de ces facteurs de poids. Cela est — exactement comme dans le cas des gaz réels — un problème très difficile (et vraisemblablement dans le cas présent à peu près insoluble); pour cette raison, on cherchera donc à englober les efforts de répulsion dans une correction de volume, et respectivement ceux d'attraction dans une correction de pression. Pour le premier but on pourra prescrire à la partie déjà existante de la chaîne un certain volume tubulaire cylindrique ou rectangulaire qui, au cours de l'arrangement des nouveaux éléments de chaînes additionnels, reste inaccessible à ceux-ci. Cela aura pour conséquence que la longueur la plus probable d'une telle chaîne sera plus grande que celle obtenue d'après l'équation (4). Un calcul plus détaillé de cette correction nous mènerait trop loin; il a, au moins approximativement, été exécuté par ailleurs et montre que, d'une façon générale, cette correction donne une disposition plus allongée, ce qui est en accord avec les résultats d'expérience dont on dispose.

2°) - Dans la considération des *interactions réciproques* entre les diverses chaînes un fait sert particulièrement de guide: le caoutchouc, au cours d'une extension poursuivie, donne lieu à des phénomènes de cristallisation tels que ceux qui peuvent être directement et expérimentalement observés dans les interférences bien connues de cristaux des préparations soumises à l'extension. Des indications analogues, bien que moins nettes, concernant la formation de zones orientées ont été obtenues sur les polybutadiènes par R. Brill et sur le Duprène par W. Carothers. Ces phénomènes nous enseignent qu'en cas d'extension poursuivie les chaînes, se trouvant déjà en grande partie à l'état tendu, se rassemblent progressivement, sous l'influence des efforts d'attraction régnant entre elles, pour former des sortes de micelles;

celles-ci peuvent être observées sur l'image des interférences et leurs dimensions ont même pu être indiquées approximativement par Hengstenberg et Mark.

Avec les chaînes relativement courtes des carbures d'hydrogène paraffiniques la forme alignée ou presque alignée s'adaptant au réseau cristallin n'est, en raison du faible nombre d'éléments, que seulement un peu moins probable que la plus probable résultant de la statistique. Les variations naturelles d'énergie et d'entropie suffisent alors dans un tel système pour produire des chaînes alignées avec une fréquence assez grande pour qu'une vitesse observable de cristallisation se manifeste. Pour cette raison de tels produits en dissolution ou fondus peuvent *d'eux-mêmes* cristalliser; en l'occurrence, la tendance à la cristallisation spontanée décroît relativement rapidement, comme le prouve l'expérience, avec la longueur croissante des chaînes. Dans les corps en réalité fortement polymères par contre, les chaînes sont considérablement plus longues; le nombre des éléments non soumis aux considérations statistiques est plus élevé (100-300) et la courbe de probabilité est de ce fait à pente plus raide. Dans de pareils cas les phénomènes naturels de variations ne suffisent plus pour obtenir la formation fréquente correspondante de chaînes alignées ou presque alignées. Aussi la vitesse de cristallisation est-elle très faible et il ne se produit, de soi-même, aucun agencement des molécules filiformes. Ce n'est seulement que si l'on favorise dans la mesure voulue — à l'aide d'une tension additionnelle appliquée de l'extérieur au produit — la formation (en soi improbable) de chaînes individuelles à peu près alignées, que celles-ci peuvent être amenées, du fait de leurs réactions réciproques, à un état ordonné, d'où résulte alors la formation de cristallites ou de micelles. Les mesures très riches d'enseignements que G. von Susich et plus récemment P. A. Thiessen et ses collaborateurs ont exécutées sur le point de fusion du caoutchouc cristallisé à divers degrés d'allongement, montrent nettement qu'à une température donnée la formation de zones ordonnées croît avec le degré d'allongement. En ce cas la tension extérieure vient donc en aide aux phénomènes de fluctuation pour concourir à la formation d'une forme de chaîne en soi-même improbable, mais seule appropriée pour déterminer la cristallisation.

Wien, Universität, Chemisches Institut.

H. MARK

(Traduit par Ch. Foucault - Nevers).

ASPECTS CONSTITUTIONNELS DES MUSCLES DES ATHLÈTES

La forme des muscles varie d'un type constitutionnel à l'autre: les diamètres longitudinaux et transversaux, surtout des muscles des membres, diffèrent, selon qu'il s'agit d'un sujet longiligne ou d'un sujet bréviligne ou d'un sujet normal. Les activités sportives tendent également à modifier diversement la forme des muscles; j'ai appelé *hypermorphismes* les hypertrophies caractéristiques d'ensembles musculaires qui varient selon les sports. Dans des conditions d'entraînement égales, on observe des athlètes qui, en raison de leur pauvreté en tissu adipeux, ont les contours musculaires d'un relief net, et des athlètes qui, en raison de leur richesse en tissu graisseux sous-cutané et sous-aponévrotique, ont des muscles ayant peu de relief (muscles enveloppés). Les données anamnésiques et les documents photographiques montrent que les athlètes ayant les muscle très sculptés ne présentaient pas, au seuil de la puberté, les signes précoces de l'habitus musculaire hypertrophique (habitus athlétique), mais ceux de l'habitus gracile longiligne. Il s'agit donc de sujets à l'habitus constitutionnel athlétique non précoce, mais tardif, cet habitus étant le produit d'exercices musculaires constants et de toute une complexe activité hormonique qui, chez ces sujets, se manifeste un peu plus tard que chez les normaux.

Je m'occupe depuis longtemps des aspects constitutionnels des muscles et des hypertrophies particulières produites par divers exercices sportifs, et j'ai prêté une attention particulière à deux facteurs de la morphologie musculaire: l'un constitutionnel, représenté par la forme que le muscle tient de la nature, l'autre acquis, représenté par la forme que le muscle revêt à la suite d'un travail déterminé.

Les muscles, ceux des membres en particulier, présentent des aspects qui varient selon les biotypes: chez les longilignes, le corps du muscle est long, et les tendons sont également allongés; chez les brévilignes les muscles et les tendons sont courts et trapus; chez les normotypes il existe une proportion typique entre le diamètre longitudinal et le diamètre transverse des portions charnues. L'activité fonctionnelle est en rapport avec la variété des formes. Aux muscles longilignes correspondent des contractions rapides et de brève durée; aux muscles brachytypes des contractions plus lentes, mais plus durables; les muscles normotypes présentent un rapport équilibré entre la vitesse et la durée des contractions. On sait d'autre part que, selon la nature du travail, quelques groupes musculaires subissent une forte hypertrophie, d'autres une hypertrophie moins forte; en outre, les portions charnues des muscles hypertrophiés tendent à modifier de manières variées leur diamètre et, par suite, leur forme. En étudiant l'état des muscles chez les athlètes, j'ai donné le nom d'hypermorphismes aux hypertrophies particulières de différents groupes musculaires dans les différentes activités sportives, ces hypertrophies servant à distinguer entre des athlètes se dédiant à des exercices différents.

Les hypermorphismes qui représentent dans l'habitus athlétique une note caractéristique, due à des hypertrophies de groupes musculaires, note élevée et qui domine le reste de l'harmonieux et valide développement des masses charnues, ces hypermorphismes, disons-nous, contribuent à montrer la correspondance étroite qui existe entre la forme et la fonction, les constantes adaptations de la forme aux exigences les plus intenses du travail

fonctionnel. Les hypermorphismes ne portent pas seulement sur le relief des muscles superficiels, mais se manifestent encore par l'hypertrophie des muscles profonds, l'hyperplasie des structures tendineuses, ligamenteuses et articulaires, et jusqu'à celle des segments osseux, dans leurs crêtes, leurs surfaces et leurs reliefs. D'après Brugsch, les rapports entre le développement des surfaces osseuses et celui des masses musculaires seraient tellement étroits qu'il n'hésite pas à déclarer qu'il suffit de connaître la valeur d'un de ces éléments — muscle ou os — pour en déduire le développement de l'autre.

J'ai beaucoup insisté sur la nécessité didactique d'un constant rappel de l'anatomie extérieure des muscles dont on connaît souvent d'une façon abstraite l'origine, les insertions et les rapports, tout en ignorant le rôle qu'ils jouent dans la plasticité des formes extérieures du corps. Cette dernière connaissance, la pratique la rend de plus en plus nécessaire, étant donné, entre autres, le développement de la médecine des accidents du travail et de la médecine sportive. J'ai déjà fait ressortir l'importance constitutionnelle des formes musculaires en insistant sur les différences qui existent entre les muscles des longilignes, des brévilignes et des normotypes; je rappellerai encore que Kraus, en présence des rapports étroits qui existent entre les muscles et les autres systèmes de l'organisme, va jusqu'à élever les muscles à la dignité d'indice générale de la constitution.

J'ai souvent eu l'occasion d'insister sur l'importance des études de myologie dans l'enseignement artistique. Biaggi affirme que lorsqu'un artiste parle de l'anatomie d'une figure ou d'une statue, il entend presque exclusivement son aspect myologique: la myologie, dit Biaggi, est, pour les artistes, presque la synthèse de l'anatomie humaine. La doctoresse De Sanctis, de Palerme, s'inspirant de mon orientation et de mes concepts, a publié il y a quelques mois un essai sur les hypermorphismes musculaires dans les deux sexes, considérés dans leurs expressions artistiques.

***

Une question anatomique intéressante, tant au point de vue de la constitution que de l'art et de la médecine sportive, est celle des muscles sculptés.

Il y a des athlètes chez lesquels, dans de bonnes conditions d'entraînement, les muscles superficiels contractés se montrent nettement sculptés jusqu'à laisser voir parfois les linéaments des faisceaux secondaires qui les composent. Chez d'autres athlètes, même après un effort plus prolongé, les contours des muscles présentent toujours un aspect flou, grâce à la présence permanente d'une abondante couche de graisse sous-cutanée et sous-aponévrotique. On parle ainsi d'athlètes aux muscles sculptés et d'athlètes aux muscles peu sculptés (muscles enveloppés). C'est donc de la quantité de graisse sous-cutanée ou sous-aponévrotique que dépend la netteté sculpturale plus ou moins grande des muscles. Il est à noter, au point de vue constitutionnel, que, normalement, les athlètes aux muscles très sculptés appartiennent au type longiligne. On prétend généralement, dans la pratique médicale sportive, que les athlètes aux muscles sculptés sont peu résistants; on voit — au contraire — tous les jours de jeunes athlètes aux fortes incisions musculaires cueillir des succès, même dans l'athlétisme lourd, comme dans les combats des lutteurs.

Puisque, comme je l'ai dit, la mimique ou expression musculaire chez le vivant a tant d'importance au point de vue des formes et des rapports des masses charnues superficielles, il est naturel que les sujets ayant les muscles aux reliefs très prononcés nous offrent sous ce rapport les modèles les plus éloquents, puisqu'ils nous permettent de contrôler les différences qui existent entre le muscle inerte du cadavre et le muscle vivant, distendu ou contracté, et de suivre tout ce frissonnement de variations qui émeuvent plus particulièrement l'artiste et qui passent par degrés de la complète distension à la pleine contraction de groupes musculaires. C'est pourquoi les athlètes aux muscles ayant un grand relief sculptural intéressent plus particulièrement l'artiste chez lequel ils éveillent de vives images plastiques, et l'anatomiste auquel ils offrent la réelle synthèse de tout un ensemble d'insertions et de rapports qu'il avait déjà étudiés sur la table de dissection anatomique. Les fortes proéminences, lorsque les muscles sont contractés, permettent à l'anatomiste non seulement de reconnaître les origines, les insertions et la forme du corps des muscles et de distinguer les principaux faisceaux dont chacun d'eux se compose, mais aussi de diagnostiquer directement sur le vivant la présence de quelque variation musculaire.

Or, je me suis attaché à suivre les développements constitutionnels des athlètes doués de muscles très sculptés. Je dirai avant tout qu'au point de vue constitutionnel l'athlète ne doit pas être rangé dans un type morphologique particulier: les trois types, le longiligne, le bréviligne et le normotype sont également compatibles avec l'athlétisme, quoique avec diverses modalités quant à leurs réalisations, lesquelles varient d'une forme à l'autre: c'est l'habitus musculaire hypertrophique qui, morphologiquement, caractérise et délimite l'athlète. S'il est vrai que les jeunes gens peuvent, grâce à des exercices appropriés, agir sur leur musculature, il est non moins vrai que l'athlète, selon la conception de Viola, est celui qui, sans se livrer à une activité sportive particulière, possède déjà vers la puberté une richesse musculaire singulière et spontanée. J'en ai cité des exemples, avec documentation photographique à l'appui, dans mon ouvrage d'anatomie sur le vivant. Or, lorsqu'on interroge les athlètes aux muscles sculptés sur les conditions de leur habitus constitutionnel dans leur première jeunesse, ils affirment généralement qu'ils étaient maigres et faibles et déclarent que c'est à des exercices sportifs constants qu'ils sont redevables de la richesse musculaire dont ils bénéficient. Le témoignage subjectif, privé du contrôle objectif, n'a certes aucune valeur scientifique; cependant l'universalité de ce témoignage m'a incité à chercher une documentation plus précise. Aussi bien ayant pu examiner les photographies de beaucoup de ces athlètes, aux étapes progressives de leur vie, à partir de l'âge de 10 ans, j'ai trouvé une confirmation de la manière de voir, d'après laquelle les athlètes à la musculature fortement sculptée se présentent à la puberté, non avec les signes précoces de l'habitus athlétique, c'est-à-dire de l'habitus musculaire hypertrophique, mais avec ceux de l'habitus gracile longiligne.

Les athlètes aux muscles fortement sculptés formeraient donc, dans le problème de l'athlétisme constitutionnel, une catégorie à part.

On peut penser que, chez ces sujets, un exercice sportif constant a, en tant que cause exogène, exercé une influence considérable sur le développement progressif des muscles; mais on ne doit pas oublier le grand rôle qui revient à une activité hormonale complexe et qui, chez ces sujets, s'est dé-

clenchée à une époque un peu plus tardive que normalement. Il est de fait que, dans ces conditions, il n'existe pas de correspondance proportionnelle entre le fort et progressif développement des muscles et celui du pannicule sous-cutané et de la couche graisseuse sous-aponévrotique qui restent hypoplasiques et hypotrophiques, ce qui permet aux muscles superficiels d'apparaître sous la forme de reliefs grandement sculptés.

Nous pouvons donc distinguer dans l'habitus athlétique, habitus musculaire hypertrophique, deux types: le précoce et le tardif.

Dans le type précoce, au seuil de la puberté, le jeune homme présente déjà des signes prononcés d'hypertrophie musculaire qui, en s'accentuant par la suite, s'accompagne toujours d'un développement suffisant du pannicule, ce qui fait que les muscles superficiels apparaissent normalement, même après des efforts prolongés, suffisamment enveloppés.

Dans le type tardif, le jeune homme se présente, au moment de la puberté, avec une musculature pauvre et avec les caractères constitutionnels de la gracilité longiligne.

Dans ces cas, le trophisme musculaire, sollicité par des exercices constants, s'effectue par étapes graduelles et progressives et, lorsqu'il a atteint sa plénitude maxima, les muscles superficiels apparaissent avec un relief très net; et cela parce que, comme nous l'avons dit, à l'exubérante hypertrophie musculaire, favorisée par des impulsions exogènes et des stimulations endogènes, ne correspond pas une hypertrophie parallèle du pannicule souscutané et de la couche graisseuse sous-aponévrotique dont l'insuffisance est une expression de la primitive gracilité de l'habitus constitutionnel. [1]

Siena, R. Università, Istituto Anatomico.

GASTONE LAMBERTINI

(Traduit par S. Jankélévitch, Paris).

[1] On trouvera des indications bibliographiques sur cette question dans notre ouvrage: *I muscoli degli Atleti. Saggio di anatomia sul vivente* (*Les muscles de l'athlète. Essai d'anatomie sur le vivant*). Zanichelli, Bologna, 1936.

LES PRINCIPAUX PROBLÈMES DE LA CANCÉROLOGIE MODERNE

III.

Le rôle du facteur local et du facteur général dans la formation des tumeurs.

1) On ignore encore la différence essentielle qui existe entre la cellule cancéreuse et la cellule normale. Malgré la découverte de substances cancérogènes, nous ignorons encore par quel moyen l'action de ces substances transforme la cellule normale en cellule cancéreuse et quels sont les processus qui, à la suite de cette action, se déroulent dans la cellule. — 2) Rien ne nous autorise à supposer, avec quelque vraisemblance, que la formation d'une tumeur spontanée dans l'organisme s'effectue exactement de la même manière que sous l'influence d'une substance cancérogène. — 3) Les expériences sur l'homme ont montré qu'il existe des rapports étroits entre la formation spontanée d'une tumeur et deux processus biologiques: une partie des tumeurs, même malignes, provient incontestablement de malformations tissulaires, une autre partie de processus de régénération chroniques. Mais c'est l'existence d'une prédisposition cancéreuse générale qui joue le rôle décisif dans la formation d'une véritable tumeur à partir de ces deux processus locaux. Le facteur local et le facteur général peuvent être acquis ou innés. Les deux peuvent être acquis, comme les deux peuvent être innés, comme encore l'un peut être acquis, l'autre inné. Suivent des données expérimentales se rapportant à cette question. — 4) La connaissance du rôle de ces facteurs peut également être d'une grande importance pour le traitement de la maladie cancéreuse.

Revenons à la question des conditions nécessaires à la formation d'une tumeur. Je rappellerai à ce propos que l'étude de tous les cas de cancer humain, dit « cancer par irritation », de cancers dont il a été possible d'établir l'étiologie externe, m'a imposé la conclusion que la lésion locale d'un tissu est toujours suivie d'un processus de régénération de longue durée et d'une grande intensité, et aboutit ainsi, après une période de latence correspondante, à la formation d'une tumeur, c'est-à-dire d'un germe créant la prédisposition à une tumeur. Mais il va sans dire que ce ne pouvait être là la seule et unique cause de formation d'une tumeur. Il devait s'y ajouter quelque chose, car ces processus de régénération sont tellement fréquents, constituent un phénomène tellement journalier qu'ils ne peuvent à eux seuls fournir l'explication d'une formation tumorale. Partant de l'idée qu'il doit exister dans l'organisme une prédisposition générale particulière, nous nous sommes attachés à vérifier cette idée expérimentalement. Si cette idée était exacte, on devait déjà pouvoir en obtenir la vérification dans le cancer provoqué par le goudron. Aussi avons-nous institué il y a 12 ans des recherches consistant à badigeonner des souris avec du goudron, mais en variant les points d'application du goudron, de façon à empêcher le déclanchement d'une régénération, et à obtenir seulement une lésion généralisée. Au bout de 10 à 12 mois, nous infligions à ces animaux qui, par ailleurs, paraissaient sains, une plaie par brûlure et nous avons constaté dans cette plaie, chez un grand nombre d'animaux, la formation d'un carcinome envahissant typique. L'exactitude de ma manière de voir semblait ainsi démontrée. Nous avons ensuite imaginé tout un ensemble d'autres mé-

thodes pour la production artificielle de tumeurs. Je ne citerai que l'emploi de la matière colorante des graisses, connue en histologie sous le nom de *rouge écarlate* et au sujet de laquelle j'avais signalé il y a 30 ans que sa solution huileuse permet de provoquer en peu de temps dans l'oreille du lapin des proliférations épithéliales intenses. Mais toutes les tentatives d'intensifier ces proliférations jusqu'à leur transformation en carcinome sont restées infructueuses, et cela non seulement entre mes mains, mais aussi entre les mains d'autres expérimentateurs allemands et étrangers. Mais cette fois la situation se trouva changée. En provoquant cette prolifération épithéliale à l'aide du rouge écarlate et en créant en outre dans l'organisme une prédisposition générale, n'aurait-on pas plus de chances d'obtenir un carcinome? Telle était la question que je m'étais posée et que j'ai pu résoudre dans le sens positif. En procédant comme je viens de le dire, nous avons pu provoquer, chez des souris et des lapins, la formation de carcinomes d'une croissance rapide et envahissante, et même de carcinomes à métastases de la glande mammaire. Pour ce qui est de cette dernière, les expériences auxquelles je m'étais livré sur elle il y a trente ans à l'aide du rouge écarlate m'avaient donné, abstraction faite de processus métaplasiques, des résultats totalement négatifs.

Ces résultats de nos expériences, qui ont été vérifiés et confirmés par beaucoup d'autres, sont tellement univoques et probants qu'ils n'ont jusqu'ici soulevé aucune objection ni provoqué aucun démenti. Rien d'étonnant alors si le premier Congrès du Cancer, qui s'était tenu à Madrid en 1933, et le deuxième qui avait eu lieu à Bruxelles en 1936, ont été dominés par la conception que la formation d'une tumeur maligne présuppose l'existence d'une prédisposition cancéreuse générale.

En quoi consiste cette prédisposition générale au cancer? C'est à quoi il est encore impossible de donner une réponse certaine, malgré les nombreuses recherches faites sur ce point. Mais ce qui me paraît particulièrement important, c'est le fait que même à propos de substances chimiques cancérogènes récemment découvertes il a été établi que les cancers qu'elles provoquent ne sont pas le résultat d'une action purement locale. Depuis les expériences de Tuchmann et Demay (1936) avec le benzopyrène, qui ont montré que cette substance est cancérogène et exerce en même temps une faible action oestrogénique, la pénétration de substances cancérogènes dans le métabolisme peut être considérée comme un fait établi. Les mêmes auteurs ont montré que chez les rats le benzopyrène provoque, au bout de 90 à 100 jours, une atrophie très nette des testicules. Taschner, de son coté, a montré que les badigeonnages avec le benzopyrène provoquent également la leucopénie. Il résulte des recherches faites jusqu'à présent par les mêmes auteurs que cette substance ne provoque pas la formation d'un cancer, si on nourrit ces animaux avec du benzopyrène ou avec du méthylcholanthrène. L'action générale du benzopyrène ressort également des recherches d'Oberling et Guérin (1936) qui ont réussi, grâce à cette substance, à provoquer des tumeurs de l'hypophyse, ce qui témoignerait en faveur d'une action hormonale de la substance cancérogène. Chahovitsch et ses collaborateurs ont observé chez les souris, à la suite d'applications de benzopyrène, une dégénérescence amyloïde de la rate, du foie et des reins et une vaste destruction du système réticulo-endothélial, et cela avant même l'apparition du cancer. D'une façon générale, on observe, à la suite de badi-

geonnages de la peau des souris avec du goudron, une multiplication considérable (évaluée à 25% par Schabad en 1936) des tumeurs spontanées des poumons.

L'application cutanée d'autres substances cancérogènes, du dibenzanthracène par exemple, a également pour effet une augmentation considérable (de 25% environ) des tumeurs pulmonaires. Duning, Curtis et Bullock, après avoir injecté du dibenzanthracène et du benzopyrène à des rats et à des souris, ont observé, à la suite de ces injections, une période de latence typique. L'intervalle le plus court entre l'injection et l'apparition de tumeurs a été, pour le benzopyrène, qui est plus facilement soluble et agit par conséquent plus rapidement que le dibenzanthracène, de 63 jours chez les souris, de 76 jours chez les rats et, chez ces derniers, de 151 jours pour le dibenzanthracène. Il en résulte que, même sous l'action de ces substances chimiques, l'apparition d'une tumeur n'a pas lieu avant une certaine période de latence.

La prédisposition générale et certaine au cancer, provoquée par l'action de ces diverses substances, repose probablement sur un trouble général du métabolisme. Beaucoup de chercheurs, Reding en particulier, ont supposé que cette disposition générale au cancer repose sur une alcalose de l'organisme. Je ne m'attarderai pas à discuter cette question, les éléments dont nous disposons n'étant pas de nature à rendre possible sa solution satisfaisante. On trouve dans la littérature, jusqu'à ces jours, des opinions contradictoires sur ce sujet. Nous avons pu nous-mêmes observer cette alcalose dans beaucoup de cas, mais non dans tous, et c'est justement dans les carcinomes au début que beaucoup d'auteurs n'ont pas réussi à constater une alcalose générale. J'insisterai seulement sur le fait que, d'après nos recherches, la production artificielle d'une alcalose accentuerait la prédisposition au cancer, de même que généralement l'administration abondante d'alcalins.

Les vastes recherches de Reding ont cependant montré que, d'une façon générale, la formation d'un carcinome est due à la rencontre de deux facteurs: état local de régénération cellulaire, et état général de réceptivité. Ce dernier peut avoir sa source dans des intoxications par certains produits générateurs du cancer et dans l'hérédité. Mais c'est surtout la résorption de produits de destruction cellulaire qu'on trouve toujours dans le foyer de régénération, qui peut imprimer au métabolisme des modifications caractéristiques. Reding attribue un rôle particulièrement important aux déchets albumineux résorbés dans la prédétermination de la division cellulaire. Dans cette occasion, un rôle également important revient au système réticulo-endothélial, ces déchets albumineux, qui ont une tendance à paralyser le système réticulo-endothélial, donnant lieu au shock, à l'allergie, à l'anaphylaxie. Il en résulte qu'un foyer local de régénération cellulaire, s'il persiste longtemps, peut avoir pour effet l'apparition du facteur général que constitue la réceptivité.

Nous avons pensé en outre à des troubles métaboliques particuliers, dans le genre de ceux que Warburg a observés au cours des processus de fermentation et de respiration de la cellule cancéreuse. Comme, en outre, on observe les troubles métaboliques signalés par Warburg chez des animaux se trouvant au stade précancéreux, c'est-à-dire n'ayant subi qu'une légère lésion par suite de badigeonnages généralisés avec du goudron, alors que ce

n'est pas le cas chez les animaux porteurs de carcinomes transplantés, force nous est d'admettre que ce léger trouble général du métabolisme contient un facteur important de carcénogénie générale; ou, plus brièvement: une régénération n'aboutit à la formation d'un germe cancéreux que lorsque l'organisme est déjà prédisposé au cancer, par suite d'un trouble typique du métabolsime. Neumann a pu confirmer, dans leurs lignes générales, les constatations de Büngeler. Hayashi et Tomita ont trouvé dans le tissu d'un hépatome malin artificiellement provoqué une diminution prononcée de la respiration, avec augmentation très considérable de la gycolyse aérobique et anaérobique. Le métabolisme des tissus du foie subissait une diminution constante au cours de l'alimentation avec de l'amidoazotoluol, pour atteindre le minimum dans la dégénérescence carcinomateuse. Mais, fait singulier, on n'a pas constaté ce trouble métabolique dans le cancer de l'épithélium du canal cholédoque, obtenu de la même façon. La respiration était normale et l'augmentation de la glycolyse anaérobique légère.

Si ces constatations s'avéraient comme étant tout à fait exactes, il ne resterait plus qu'à admettre que le tissu tumoral peut être le siège de troubles métaboliques très variés. Les nouvelles méthodes de production artificielle, expérimentale du cancer nous permettent d'aborder de plus près cette importante question.

D'autres savants ont soulevé des objections contre nos déductions. Le pathologiste Waldhart, de Berne, en particulier, a objecté que le trouble métabolique découvert par nous ne serait qu'une forme dégénérative commune. Cependant, rien, à notre avis, ne s'oppose à la conclusion que les processus régénératifs peuvent évoluer autrement lorsque l'organisme est soumis à une lésion dégénérative générale.

Rondoni et ses élèves Deotto et Bori, ainsi que Davis, se refusent à attacher une importance essentielle au trouble métabolique signalé par Warburg et qu'on considère aujourd'hui généralement comme typique; ils prétendent, d'une façon tout à fait théorique, que la formation de substance vivante (et c'est bien de cela qu'il s'agit dans le cancer) exige une accentuation des processus d'oxydation et ils prétendent en même temps avoir constaté cette accentuation. Davis a trouvé, lui aussi, en 1937, que les processus respiratoires ne présentent pas de ralentissement dans la cellule tumorale.

En présence de ces opinions, nous pouvons seulement rappeler que de nombreux expérimentateurs (et nous-mêmes) ont trouvé la confirmation des faits signalés par Warburg, et il faut espérer que les recherches ultérieures réussiront à supprimer les contradictions et oppositions qui existent sur ce point. Il est encore possible qu'on observe que d'autres formes tumorales se comportent d'une manière différente.

On pourrait attribuer à la prédisposition générale au cancer d'autres bases encore. Freund aurait trouvé une augmentation de la teneur du sang en sucre chez les cancéreux, et une diminution de la teneur du sang en peptones chez les sarcomateux. Edlbacher a également constaté des troubles du métabolisme des graisses et des albumines chez les cancéreux. Askoli, de son côté, a observé des troubles du métabolisme des lipoïdes et Bourne des troubles du métabolisme des stérines. Beaucoup de chercheurs croient à l'existence de rapports définis entre le système réticulo-endothélial d'une

part, et le métabolisme et la formation du carcinome, de l'autre. Nous savons en effet qu'une lésion ou une paralysie du système réticulo-endothélial favorisent considérablement la formation et la croissance de tumeurs. D'après Sumita, l'alimentation avec de l'ortho-amidoazotoluol a pour effet une grande accélération de la croissance de l'hépatome malin du rat, surtout lorsque ces animaux ont été traités au préalable avec de grandes quantités de thorostrat, c'est-à-dire s'ils ont subi une grave lésion du système réticulo-endothélial. Mais nous savons aussi que le sucre, quel que soit son mode d'application, accélère la croissance des tumeurs (Mori); il en est de même de l'alimentation avec de la cholestérine, alors que l'alimentation avec de la lécithine ralentit cette croissance. On le voit: nous possédons déjà beaucoup de points de répère susceptibles de nous conduire à la découverte de la nature de la prédisposition générale au cancer, et il est à espérer que l'approfondissement du problème finira par nous en donner la solution définitive.

A supposer même que les expériences dont nous avons parlé plus haut et qui consistent à transformer *in vitro* des cellules isolées en cellules cancéreuses donnent un jour des résultats définitifs et positifs, la possibilité de l'influence de l'organisme en général sur le développement spontané d'un germe cancéreux ne se trouverait pas exclue. Nous sommes parfaitement en droit d'admettre que la transformation d'une cellule normale en cellule cancéreuse peut s'opérer de plusieurs manières et que cette transformation se trouve particulièrement favorisée par une prédisposition générale de l'organisme.

En faveur d'une prédisposition générale aux tumeurs qui, à mon avis, doit être cherchée surtout dans le métabolisme, plaident également les observations que Staemmler avait communiquées au congrès des Pathologistes ayant eu lieu cette année à Francfort s./M. Il avait constaté que les ouvriers appelés à manier le goudron sont atteints plus fréquemment que la moyenne des hommes non seulement de cancers de la peau, mais de carcinomes internes. Lors donc qu'il existe une prédisposition générale, n'importe quelle tumeur peut faire apparition, selon que le sujet est porteur d'un germe embryonnaire ou d'un germe régénératif. On sait depuis longtemps que le goudronnage de la souris donne naissance non seulement à des carcinomes de la peau (dans 25% de cas traités, d'après Schabad), mais aussi à un plus grand nombre de tumeurs du poumon, chez des souches semblables au point de vue génétique et ayant été observées de près. Il va sans dire qu'on ne peut, sur ce sujet, arriver à des conclusions valables qu'en opérant sur des souches d'animaux ayant la même provenance génétique.

Autre fait sur lequel il importe d'insister: la prédisposition générale dont j'ai pu obtenir la preuve expérimentale peut varier dans des limites considérables d'un cas à l'autre. Tout porte à croire que la prédisposition générale, nécessaire à la formation d'une tumeur, n'est pas la même que celle qu'exige sa propagation. Nous savons depuis longtemps que les animaux immunisés contre la transmission de tumeurs d'une certaine nature présentent des tumeurs spontanées plus souvent que d'autres animaux; autrement dit, une race animale ayant été immunisée contre une certaine variété de tumeur peut être frappée d'une tumeur appartenant à une autre variété. Si la prédisposition générale joue en cette occurrence un rôle,

celui-ci n'est pas le même dans les deux cas. Il ressort des nombreux faits dont nous disposons aujourd'hui qu'aux différentes tumeurs correspondent différentes prédispositions générales de l'organisme. Des souris immunisées contre un sarcome sont souvent susceptibles, dans la proportion de 100%, pour une autre tumeur, le carcinome par exemple. Nous nous trouvons donc en présence de différents genres de prédispositions, dont la connaissance nous échappe encore et nous impose une tâche à résoudre.

Encore une fois: nombreux sont les faits qui permettent d'attribuer un grand rôle à la prédisposition générale dans la formation du cancer, mais, tout nombreux qu'ils soient, ils ne nous autorisent pas à affirmer qu'il n'existe qu'une seule forme de prédisposition générale. Elle peut varier d'un genre de tumeur à un autre. Benedetti admet également l'existence d'une prédisposition locale et d'une prédisposition générale au cancer, cette dernière en rapport étroit avec l'optimum de l'organisation individuelle. Shigeyasu Amano et Tomita ont conclu de leurs expériences sur la cholestérine et la lécithine que la prédisposition joue dans la formation du cancer un rôle différent de celui qu'elle joue dans la croissance d'un cancer transplanté.

En terminant, j'attirerai encore l'attention sur le point suivant: l'hérédité joue un rôle extrêmement important dans la genèse de nombreuses tumeurs. Il y a des tumeurs très malignes dont on peut dire qu'aussi bien leur facteur local que leur facteur général se trouvaient déjà inclus dans le plasma germinatif. Nous pourrions citer de nombreuses preuves à l'appui de cette affirmation. L'intervention de facteurs externes n'est pas toujours nécessaire pour la formation de tumeurs malignes. Le facteur local peut être héréditaire ou acquis, et il en est de même du facteur général, comme on peut le prouver expérimentalement d'une façon indiscutable. Le rôle de l'hérédité est très compliqué et beaucoup plus difficile à mettre en lumière qu'on ne pourrait le croire d'après les expériences de Maud Slye dont je suis loin de méconnaître l'importance. Dans ces expériences il s'agissait principalement de carcinomes de souris, et les lois de l'hérédité semblent en effet manifester leurs effets d'une façon très simple dans le carcinome mammaire de cet animal. Mais il n'est pas de même chez d'autres animaux, et il est probable que chez l'homme les lois de l'hérédité sont infiniment plus compliquées. Je signale ce fait en passant, car l'omission de l'hérédité parmi les facteurs qui président à la formation de tumeurs laisserait une grave lacune.

Frankfurt a. M., Universität.

B. FISCHER-WASELS

(Traduit par S. Jankélévitch, Paris).

L'ENFANT ET LE SYMBOLE

L'enfant va vers le monde en un processus continuel d'expérimentation constructive déterminée par le degré de maturité et par les facteurs individuels de son développement intellectuel. On n'a pas le droit d'appeler symboles ces produits de l'expérimentation même quand l'approche de la réalité reste incomplète. Ces processus d'expérimentation se manifestent dans le dessin des enfants, dans la formation des concepts et dans les produits du langage des enfants. Les symboles et les dessins symboliques sont des signes qui indiquent vaguement ce à quoi ils se rapportent. Une méthode spécifique doit être employée pour révéler ce qu'il y a d'incomplet dans le dessin symbolique. Les symboles et dessins symboliques apparaissent quand le processus d'expérimentation en rapport avec un certain degré spécifique de maturation est gêné par le danger ou la menace. Les symboles sont donc des signaux de danger concernant l'adaptation de l'enfant au monde. Sa première tendance, cependant, est d'aller vers le réel comme tel et dans la littérature pour enfants ainsi que dans les jeux de poupées l'utilisation de matériel symbolique ne se justifie que si l'approche immédiate de la réalité était par trop difficile. Mais les symboles ne sauraient être un but en eux-mêmes; ils sont une étape vers la maîtrise finale de la réalité en fonction du degré de maturité.

L'enfant dessine vers trois ou quatre ans; d'abord il barbouille, fait des boucles et des lignes en tous sens. Un ovale imparfait et un cercle apparaissent assez tôt. Plus tard, le cercle se combine avec la ligne droite pour former des dessins primitifs de figure humaine. L'enfant relie une ou deux lignes à la circonférence du cercle, et ce dessin est considéré comme une représentation satisfaisante de l'homme. Il peut y ajouter très tôt des bras; mais il s'écoule un temps assez long jusqu'à ce qu'il dessine un corps défini. Le développement du dessin de la forme humaine a été soigneusement étudié par Goodenough [1] qui a pu l'utiliser comme mesure de l'intelligence.

J'ai indiqué qu'un enfant est satisfait d'un produit très imparfait. Pour lui, le cercle muni de deux lignes droites est la représentation d'une forme humaine. Peut-on appeler ce dessin un symbole? Ce serait sans utilité pour une compréhension plus profonde. Nous devons tenir compte de ce que l'organisation visuo-motrice de l'enfant est différente de celle de l'adulte. On peut étudier avec un soin particulier l'unité perceptive et motrice chez les enfants au moyen de dessins empruntés aux études de Wertheimer. Lauretta Bender [2] a soigneusement examiné le développement des dessins de formes visuo-motrices chez les enfants. Le monde de l'enfant a évidemment des modèles primitifs d'organisation dans le domaine visuo-moteur. Le dessin de la figure humaine, cependant, ne reflète pas uniquement cette organisation du point de vue d'une perception désintéressée. Dès leur premier âge les enfants montrent un énorme intérêt pour la figure humaine. Toute leur organisation psychophysiologique et tout leur intérêt émotionnel se traduisent dans la manière dont

[1] F. L. GOODENOUGH, *The Measurement of Intelligence by Drawing*, 1926.

[2] L. BENDER, *Principles of Gestalt in Copied Form in Mentally Defective and Schizophrenic Persons.* Archives of Neur. and Psych., Mars 1932, Vol. 27, pp. 661-686. Gestalt Function in Mental Defect. Proceedings of the 57th Annual Session of the American Association of Mental Deficiency. Un ouvrage *A visual motor gestalt test and its clinical Use* est sur le point de paraître.

ils dessinent. Cela est particulièrement vrai quand il s'agit de la figure humaine, mais ce l'est également de toute tentative de dessiner un objet.

On pourrait demander si ces traits primitifs symbolisent pour l'enfant la figure humaine et si nous avons le droit d'employer à ce propos le terme symbole. La réponse doit être négative. L'enfant fait l'expérience d'unités primitives de formes selon lesquelles il dessine. La figure humaine est une de ces unités. Quand un adulte dessine un portrait parfait d'une personne humaine, il se dit à cette occasion: « Je m'intéresse à la figure humaine. J'ai plaisir à la reproduire. Je souhaite que d'autres voient ce que je puis faire, et participent à mon activité ». Les penchants psychologiques fondamentaux de l'enfant et de l'adulte ne diffèrent point sous cet aspect. Il est évident que tout dessin est l'indice d'un intérêt pour l'objet dessiné. Cependant nous n'appellerons pas symbole un tableau qui représente un objet par des procédés plus ou moins compliqués. Nous n'avons le droit de parler de symbole que si le signe ne donne pas à la personne qui l'emploie une idée claire de l'objet dont il s'agit, et n'indique que la direction dans laquelle on cherche l'idée. Un symbole est donc un signe dont la personne qui l'emploie ne connaît pas nettement ce à quoi il se rapporte. Le signe doit cependant contenir en lui-même l'allusion qu'il est mis pour d'autre chose. S'il n'apparaît pas suffisamment à la conscience que le signe signifie quelque chose d'autre on ne doit pas employer le terme symbole. La psychanalyse parle très souvent de symbole quand la signification du signe (dessin) est, selon la terminologie psychanalytique, inconsciente pour la personne qui l'emploie, c'est-à-dire inconnue d'elle. Par exemple, la psychanalyse dit que le bâton qui apparaît dans le rêve d'une jeune fille est un symbole du pénis. La rêveuse pourtant ignore ce sens. Seul un processus d'interprétation fait comprendre à la conscience que le bâton peut signifier beaucoup plus. J'ai proposé d'appeler ces dessins (signes) non symboles mais analogues aux symboles. (Cf. à ce sujet mes écrits antérieurs publiés dans cette revue [1] et le livre de C. K. Ogden et I. A. Richards). [2] Quand il dessine, l'enfant ne montre naturellement aucun intérêt pour le symbolisme. Il cherche à maîtriser le monde qu'il conquiert pas à pas.

Il y a quelques années, j'ai étudié avec David Wechsler les attitudes des enfants en face de la mort. [3] Il vaut la peine d'utiliser ce matériel pour comprendre les connotations et les méthodes de pensée chez les enfants. Nous fûmes frappés par la façon réaliste dont les enfants se comportent en présence de cette question plutôt difficile de la mort. Le jeune Edouard C. âgé de 6 ans, dont le quotient intellectuel est de 120, répondit à la question: « Comment reconnaît-on que quelqu'un est mort? ». « On écoute le cœur. J'ai vu morts mon père et ma mère. C'étaient de braves gens. Je pense qu'ils sont tranquilles sous la terre. Savez-vous que l'homme qui a mis mon père et ma mère en terre a gagné beaucoup d'argent? » — « Et quoi encore? » — « Chaque fois que quelqu'un meurt, on met des fleurs à l'entrée ». — « De quoi est mort ton père? » — « D'une pneumonie. Quand ma mère mourut tout le monde me disait de ne pas pleurer; je savais à quoi m'en tenir ». (La mère de l'enfant était morte subitement dans le cabinet

[1] P. SCHILDER, *Language and the Constructive Energies of the Psyche*, Mars-Avril 1936, pp. 149-158, 205-211.

[2] *The Meaning of Meaning*, New York and London, 1923.

[3] « The Journal of Genetic Psychology », 1934, Vol. 45, pp. 406-451.

d'un médecin au cours d'un traitement pour maladie contagieuse). Edouard faisait donc une nette distinction entre sa propre observation et ce qu'on lui avait dit. Il disait: « Un enfant m'a parlé des diables, je ne sais si c'est vrai. Comment puis-je savoir qu'ils sont au ciel; je ne suis pas un diseur de bonne aventure. J'ai entendu quelqu'un dire que les anges s'emparent de l'âme, mais je ne suis pas sûr de cela. Ils ont lu ça dans la bible. Je ne l'ai pas vu moi-même; mais je suis sûr qu'ils sont couchés sous la terre. Je l'ai vu ».

Edouard G. 7 ans, Q. I. 85 répond à la question: « que fait-on des morts? » — « On les met dans une boîte ». — « Et l'enfer? » — « Je ne l'ai pas vu à l'école ». Mais les enfants n'ont pas toujours cette attitude critique; ils peuvent accepter les conventions. Il ne cherchent pas toujours à résoudre la contradiction entre la convention et l'observation. Georges M. 6 ans, Q. I. 103, dit par exemple: «Les morts descendent dans un grand trou et alors on met beaucoup de sable sur eux. Ils ne sentent plus rien. Quand on est bon, on va au ciel. On ne sent rien là-haut. Le trou où l'on met les gens est près du ciel, tout près. Quand on est méchant, on va en enfer et on brûle. Personne n'y peut rien. C'est malheureux, mais on ne peut pas savoir si on sera brûlé ou non ».

Il est naturel que l'enfant ne fasse pas un usage correct des mots et de leur signification. Il est porté à généraliser à faux et à adopter une idée qui convient à une situation déterminée comme si elle devait s'adapter à des situations qui n'ont qu'une ressemblance superficielle avec la première. Comme nous l'avons dit, il n'est pas sensible aux contradictions; il est incapable d'établir des rapports définis entre les différentes parties d'une situation. Pourtant il lutte durement pour conquérir le monde fait d'objets singuliers et de relations de ces objets les uns avec les autres. C'est un continuel processus de recherche, d'essais et d'erreurs, qui apparaît aussi bien dans le langage que dans l'activité de l'enfant. Lauretta Bender et moi-même[1] nous sommes arrivés à des résultats très voisins dans notre étude sur l'agressivité enfantine. L'enfant ne demande donc que de simples orientations. Milton, 5 ans, répond par exemple à la question « aime-tu frapper les enfants? » en disant: « Alors c'est mauvais ». — Pourquoi? — « Parce qu'ils nous le rendront ». Ce même garçon répond, quand on lui demande ce que signifie être poltron (coward)? — « un cow boy », ce qui montre évidemment la difficulté que l'on a à découvrir une orientation dans le monde des mots.

Il est évident que dans les cas étudiés, les symboles, dans le sens indiqué plus haut, ne jouent aucun rôle. Les enfants ont un système incomplet de signes et des connotations incomplètes à leur disposition qu'ils cherchent à élaborer en un processus continuel d'expérimentation dans lequel les buts et les tendances de la personnalité entière jouent le plus grand rôle. Bien des situations intéressantes pour l'enfant ne sont pas accessibles à une expérimentation directe. C'est ainsi qu'il est impossible de réaliser en fait le plus haut degré d'agressivité; mais on peut le faire dans les fantaisies et les jeux. Des enfants qui ne traduisent pas du tout leur agressivité dans la réalité l'expriment toujours en mots, fantaisies et jeux. La fantaisie et

[1] 1. *Studies in Aggressiveness.* 2. *Aggressiveness in Children. Genetic Psychology Monographs*, Oct. -Déc. 1936, Vol. 18, N° 5-6, pp. 410-525.

le jeu apparaissent ainsi comme une continuation de l'expérimentation dans une situation plus plastique. Dans un jeu imaginé par Charles, par exemple (pp. 489), des Indiens et des Américains se tuent les uns les autres. Dans son agressivité de la vie réelle, il doit être beaucoup plus modeste. Pour ranger ses soldats de plomb, il utilise des principes primitifs de forme. Comme bien d'autres enfants, il aime mettre des soldats dans des voitures et même à mettre une petite voiture dans une grande. Ce principe de clôture est évidemment un principe formel, mais n'indique-t-il pas quelque chose d'autre? La psychanalyse nous apprend que l'intérêt pour les boîtes et leur contenu indique l'intérêt que l'on a pour le ventre. C'est naturellement quelque chose d'interdit à l'enfant. Le libre processus d'expérimentation est entravé par la difficulté du sujet ou par les menaces issues de la situation ou de l'attitude des adultes. Nous avons le droit d'appeler symbolique un dessin apparu dans de telles situations particulières, quand il indique clairement la situation sous-jacente; nous appellerons analogue au symbole le dessin dont la relation avec la situation sous-jacente ne peut être découverte que par un processus technique d'interprétation plus ou moins compliqué. Ruth Gruffiths [1] raconte par exemple qu'un garçon symbolisait par des bateaux le lieu d'origine, de naissance de l'enfant. Griffiths pense que l'idée de se cacher dans un trou à lapins, de se glisser dans des tuyaux, de vivre dans une noix de coco, sont des symboles du problème de la naissance comme la petite maison dans la grande, la centaine d'œufs contenue dans un grand, la petite boîte dans la grande. Cependant il serait mauvais d'oublier que, si l'enfant s'intéresse au ventre, il est attentif également à sa propre protection et à sa sécurité en même temps qu'au problème biologique général d'être enfermé, protégé du dedans et du dehors. Les symboles et dessins symboliques n'apparaissent que quand le processus d'expérimentation a été prématurément interrompu et que l'enfant est anxieux de sentir ses tendances entravées ou interdites. Dans tel cas particulier, il peut être difficile de distinguer où s'est arrêtée l'expérimentation directe, l'approche du réel, et où, à la place d'images incomplètement développées, apparaissent des symboles. Nous avons quelques raisons de penser que les multiples problèmes sexuels de l'enfance s'expriment très souvent en symboles et en images symboliques.

Une des tâches les plus importantes pour l'orientation de l'enfant dans le monde est celle qui consiste à acquérir une claire perception de son propre corps, l'image corporelle. [2] L'enfant éprouve de très grandes difficultés à résoudre cette tâche et il lui faut beaucoup de temps avant de pouvoir décider quelles parties du monde se rapportent à son corps et lesquelles au monde extérieur. A ce problème fondamental est très étroitement lié celui de l'intégrité du dedans et du dehors du corps, son attitude au sujet des organes sexuels et la peur d'être privé de l'essentiel du corps ou d'être coupé en morceaux (motif du démembrement). Beaucoup de ces problèmes apparaissent dans la littérature psychanalytique (par exemple, Melanie Klein) [3] comme problèmes d'introjection et de projection, ou comme problèmes d'identification. La relation entre ces problèmes et celui du symbolisme,

[1] *Imagination in early Childhood.* Kegan Paul, Trench, Trubner, London, 1935.

[2] P. SCHILDER, *The Image and Appearance of the human Body.* Kegan Paul, London, 1395.

[3] M. KLEIN, *Psychanalysis of Children.* W. W. Norton, New York, 1932.

au sens étroit, n'est pas très serrée. La tentative pour acquérir une image de son propre corps et pour conserver ce corps par la satisfaction des besoins est un problème d'adaptation générale dans la sphère de l'émotion et de la perception. Pourtant, s'il arrive que l'exploration du corps rencontre des difficultés, des images à caractère symbolique apparaîtront et l'intérêt pour les parties sexuelles et les fonctions d'excrétion sera remplacé par l'intérêt pour d'autres parties du corps ou pour des objets du monde extérieur qui peuvent servir de substituts pour les organes dont l'exploration directe a été rendue impossible. Ainsi nous pouvons définir le symbolisme: une expérimentation qui, par rapport à l'état général de développement, s'est attardée dans la sphère perceptive et émotionnelle. Les difficultés de l'adaptation spécifique jouant un rôle important, nous ne devons pas négliger le rôle du symbolisme dans la vie de l'enfant. Mais nous n'oublierons pas non plus que l'enfant éprouve un énorme désir de vivre dans la réalité et qu'il veut faire quelque chose dans cette réalité à laquelle il parvient par un processus de maturation et d'expérimentation constructive. On aurait tort de considérer le développement de l'enfant uniquement sous l'aspect du symbole. Il est beaucoup plus exact de le considérer surtout sous l'aspect de l'adaptation constructive. Les symboles apparaissent là où le processus d'essais et d'erreurs se trouve interrompu. Ce sont donc des signaux de danger placés sur les points dangereux du processus de développement.

C'est évidemment à nous de guider l'enfant vers le réel. Il peut être bon, en présence de problèmes particulièrement difficiles, d'indiquer ce qu'il y a de dangereux, d'abord sous la forme voilée du symbole, pour atténuer chez l'enfant les anxiétés que pourraient provoquer les allusions immédiates. Nous devons considérer d'un point de vue analogue les histoires merveilleuses et les contes de fées que nous leur racontons. Il semble que nous ayons par trop surestimé leur goût pour les contes, les mythes et les histoires qui déforment la réalité. Etant donné que la situation rend l'emploi d'un tel matériel « symbolique » nécessaire pour guider l'enfant, il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit pas de l'obliger à rester dans la sphère symbolique, mais qu'il doit avoir l'occasion d'approcher le réel selon son degré de maturation et d'expérimentation sans être entravé par la peur qui peut avoir nécessité l'usage fait d'abord de symboles et d'images symboliques. Les présentations de poupées utilisées par Lauretta Bender et Adolphe G. Woltmann [1] comme méthode thérapeutique sont particulièrement propres à permettre une libre expression de l'agression infantile et pour favoriser une projection particulièrement facile des problèmes infantiles dans les caractères des poupées. Ces présentations de poupées contiennent des caractères réalistes comme Polichinel, l'agent de police, le père, la mère, des cannibales ainsi que des animaux comme des crocodiles et des singes. On y trouve à l'occasion le caractère fantastique comme la sorcière et des éléments magiques s'y rapportant. L'enfant voit dans les personnages du jeu ses propres problèmes et s'exprime lui-même librement d'abord au sujet des

[1] *The Use of Puppet Shows as Psycholerapeutic Method for Behavior problems in Children.* The Amer. Journ. of Orthopsychiatry, Vol. 6, Juillet 1936, N° 3, pp. 341-351.

caractères du jeu, et apprend à comprendre ses propres problèmes. Il acquiert ainsi une nouvelle connaissance des situations humaines tout en apprenant à connaître ce qui le concerne. Il sera plus facile à l'enfant de comprendre sa peur d'être attaqué par sa mère quand on lui montre une sorcière, et il saisira mieux sa contre-agression une fois qu'il aura pris connaissance du symbole de la mère. Tôt ou tard il lui faudra comprendre ses attitudes vis-à-vis de sa mère afin de pouvoir utiliser librement ses facultés.

New York, University.

PAUL SCHILDER

(Traduit par Yves Le Lay, Blois [Loir-et-Cher], France).

TTI – *Direttore responsabile.*

'OGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUPPLÉMENT

Traductions Françaises

des articles dont le texte original n'est pas en langue française.

(Chaque traduction a été revisée par l'Auteur).

SUR LES COMBINAISONS FORTEMENT POLYMÉRISÉES

Nouveaux points de vue relatifs à la classification des colloïdes.

Le récent développement de la chimie organique et surtout de la chimie des substances à poids moléculaire élevé demande une nouvelle classification des colloïdes. Les nouveaux points de vue relatifs à celle-ci sont la grandeur et la forme des macromolécules. Celles-ci atteignent les dimensions de particules colloïdales. Pour cette raison on a désigné ces substances sous le nom de colloïdes moléculaires. On opérera la classification en se basant tout d'abord sur la structure interne de la particule colloïdale et on divisera les colloïdes en colloïdes inorganiques et organiques. Le même principe conduit à repartir ces derniers en colloïdes moléculaires et colloïdes micellaires. D'après la forme des macromolécules il faut distinguer entre colloïdes sphéroïdaux et colloïdes linéaires qui se comportent tout à fait différemment eu égard à leurs propriétés physiques. Les colloïdes linéaires doivent être classés, pour la même raison, suivant la longueur de leurs molécules en produits semi-, méso- et eu-colloïdes. Une pareille classification est basée sur les connaissances acquises en matière de colloïdes d'après les récentes recherches de la chimie organique, ce qui permet d'y introduire plus de détails que dans les anciennes répartitions en suspensoïdes et émulsoïdes ou en colloïdes lyophobes et lyophiles.

L'abondance des phénomènes demande une classification. Un système restera toujours incomplet car nécessairement il ne retiendra de la masse des phénomènes que quelques caractères remarquables et en déduira la classification en laissant de côté les formes intermédiaires. Il en est de même de la théorie des colloïdes qui, après 1860, à la suite des travaux de Graham, se perfectionna jusqu'à devenir une science particulière: c'est que la classification des matières colloïdales présente beaucoup de difficultés. Ainsi, la subdivision des matières en suspensions grossières et en dispersions moléculaires est impossible, car on connaît toutes sortes d'états intermédiaires. Suivant par exemple Wo. Ostwald,[1] on considère comme colloïdes les systèmes dispersés dont les particules ont un diamètre compris entre $0{,}1\,\mu$ à $1\,\mu\mu$. Or, une telle classification ne tiendra alors compte que des colloïdes à particules plus ou moins sphéroïdales, mais pas du tout de ceux à particules allongées, en particulier des substances organiques à molécules filiformes. [2] Ces dernières ne rentrent pas dans le cadre de la susdite classification systématique; la paraffine et ses dérivés, dont les molécules de chaîne ont une longueur de 5 à $10\,\mu\mu$, se comportent pourtant exactement comme des combinaisons de faible poids moléculaire. Par contre, les prototypes des substances à poids moléculaire élevé possèdent des molécules filiformes

[1] Wo. Ostwald, *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen* (*Le domaine des dimentions négligées*). Steinkopff, 1927.

[2] H. Staudinger, B. *62*, 2893 (1929); H. Staudinger, *Die hochmolekularen organischen Verbindungen — Kautschuk und Cellulose — (Les combinaisons organiques à poids moléculaire élevé — Caoutchouc et Cellulose)*. Springer, Berlin, 1932; référencié comme « *livre* » dans les citations suivantes.

d'une longueur d'1μ et plus; la longueur des particules de ces colloïdes typiques est donc bien supérieure à celle qu'elle devrait avoir conformément à la définition sus-indiquée de ces corps.

Si donc l'on désire faire une distinction entre les colloïdes et les systèmes dispersés de faible poids moléculaire, il faudra tenir compte non pas tant du diamètre que de la masse des particules. Les phénomènes colloïdaux [1] apparaissent toujours dès que cette masse, rapportée à H=1, devient supérieure à 10.000, quelle que soit par ailleurs la structure de ces particules. Celles-ci, lorsqu'elles ont cette taille diffusent lentement et sont plus ou moins retenues dans les pores d'un dialyseur. De même, l'abaissement du point de congélation et l'élévation du point d'ébullition sont en principe [2] si faibles qu'ils ne peuvent être déterminés qu'avec des appareils tout à fait spéciaux.

La distinction entre les colloïdes et les suspensions grossières est encore plus difficile que la séparation entre colloïdes et dispersions moléculaires.

Des particules sphéroïdales d'un diamètre supérieur à 0,1μ peuvent fréquemment être rendues visibles. Les particules filiformes par contre, fussent-elles 10 fois plus longues, restent en dépit de cette grande longueur invisibles, même à l'ultra-microscope, en raison de leur diamètre moléculaire dans les deux autres dimensions. [3]

Si l'on se borne à considérer des colloïdes dont les particules solides ou liquides se trouvent réparties à l'état colloïdal dans un liquide dispersif ces solutions colloïdales se comportent très différemment, surtout au point de vue de la viscosité. A cause de ces diversités on a subdivisé ces produits en colloïdes *lyophobes et lyophiles.* [4] Les premiers sont ceux qui, par suite de leurs propriétés de lyophobie, donnent des solutions de faible viscosité; pour les seconds, on a admis que c'est de leur lyophilie, c'est-à-dire de la solvatation des particules colloïdales, que résulte la viscosité élevée de ces solutions.

D'autres propositions de classification furent basées sur l'hypothèse d'un état d'agrégation différent des particules colloïdales; de là résulte la répartition en *suspensoïdes,* dont les particules solides restent en suspension dans un liquide, et en *émulsoïdes,* pour lesquels on supposait que dans un milieu dispersif se formait une émulsion de gouttelettes liquides. Parmi ces émulsoïdes, on plaça à nouveau les colloïdes organiques, tels que le caoutchouc, [5] qui donnent des solutions de viscosité élevée. De plus, on faisait une distinction entre colloïdes réversibles et irréversibles; parmi ces derniers comptaient de nouveau les colloïdes organiques types.

Sur l'un des groupes, celui des colloïdes lyophobes, on avait, depuis la découverte de l'ultra-microscope, des informations assez précises; en effet, on sait depuis lors déterminer dans les solutions colloïdales dimension, structure et nombre de particules et déduire les relations entre ces données et les propriétés physiques. Or, nos connaissances sur le second groupe,

[1] H. STAUDINGER, « Ztschr. angew. Chemie », *49,* 801 (1936).

[2] Sur les solvants à constantes de point de congélation particulièrement élevées, voir J. PIRSCH, B. *67,* 1115, 1303 (1934), et travaux précédents.

[3] H. STAUDINGER, B. *59,* 3036 (1926); B. *63,* 2906 (1929).

[4] C'est cette classification qu'utilise par exemple H. FREUNDLICH dans sa *Kapillarchemie,* Leipzig, 1932.

[5] Cette classification se trouve dans *Colloïdes,* KRUYT et KLOOSTER, New-York, 1930; voir également Wo. OSTWALD, *Die Welt der vernachlässigten Dimensionen,* 1927, p. 33.

celui des colloïdes lyophiles ou émulsoïdes — celui en somme des colloïdes organiques types auquel appartiennent les albumines, la cellulose et le caoutchouc—, étaient assez défectueuses; il était en effet impossible d'obtenir la moindre indication ni sur la structure ni sur les dimensions des particules colloïdales. Les conceptions antérieures étaient basées, pour la plupart, sur des considérations d'analogie; telle, par exemple, la supposition que dans les solutions des substances à poids moléculaire élevé, comme dans les solutions savonneuses, se trouvaient comme particules colloïdales des micelles, celles-ci se trouvant dans un état de gonflement plus ou moins accentué et provoquant les phénomènes colloïdaux remarquables de ces solutions;[1] pareilles théories ne sont plus soutenable à la lumière des plus récentes recherches. L'explication de la constitution des substances à poids moléculaire élevé dans le sens de la théorie structurale de Kekulé[2] a apporté des éclaircissements sur la nature des colloïdes lyophiles et a démontré que ce sont de tout autres facteurs qui décident de l'apparition des phénomènes colloïdaux à l'intérieur de ces solutions. Ces nouvelles connaissances ont imposé une nouvelle classification des solutions colloïdales.[3]

Si l'on veut avoir une vue d'ensemble sur les divers phénomènes qui se présentent dans les solutions colloïdales, il convient tout d'abord de diviser celles-ci en *colloïdes inorganiques* et en *colloïdes organiques*. Les combinaisons inorganiques et organiques ont en effet des principes de structure différant complètement l'un de l'autre. Parmi les premières, les principales sont, en dehors des éléments, des combinaisons à caractère hétéropolaire telles que les sels, les acides, les bases, les oxydes métalliques, etc. Remarquables parmi les substances organiques sont par contre les combinaisons homopolaires, constituées seulement de quelques sortes d'atomes, et dont l'existence est rendue possible grâce à la stabilité remarquable des liaisons C-C, C-H, C-O, ou C-N. Bien qu'en chimie organique existent également des combinaisons ionogènes, en celles-ci c'est toujours le reste organique, c'est-à-dire l'armature de carbone, qui est leur indice particulier. Nous ne nous occuperons pas ici de la classification des colloïdes inorganiques; les divers systèmes de ceux-ci sont, dans le livre de Zsigmondy,[4] décrits d'après la constitution chimique des particules colloïdales: les métaux, les hydrates métalliques, les sels, etc., sont ainsi traités séparément.

Quant aux colloïdes organiques, ils présentent un intérêt tout spécial du fait qu'en font partie les produits naturels les plus importants: les substances à poids moléculaire élevé, telles que les albumines, le caoutchouc, la gutta-percha; les polysaccharides, tels que la cellulose et l'amidon; ensuite les savons, beaucoup de matières colorantes, enfin les nombreux émulsoïdes naturels ou synthétiques tels que le latex et les oléo-émulsions, bien que souvent leurs particules atteignent un diamètre suffisamment grand pour les faire rentrer dans le domaine des éléments macroscopiques.

Si l'on considère une particule colloïdale organique, dans tous les cas celle-ci n'est constituée que de peu de sortes d'atomes: en principe carbone,

[1] J. W. McBain, « Journ. Phys. Chem. » *30*, 299 (1926); K. H. Meyer, « Ztschr. angew. Chem. » *41*, 935 (1928).

[2] H. Staudinger, B. *59*, 3019 (1926).

[3] H. Staudinger, B. *62*, 2893 (1929); B. *68*, 1682 (1935); *livre*, p. 140. Voir également 9e Congrès International de Chimie, Madrid, 1934.

[4] Voir R. Zsigmondy, *Kolloïdchemie*, Leipzig, 1927.

hydrogène, oxygène ou azote; elle renferme, suivant sa taille, 1.000 à 100.000 et plus de ces atomes. Or, c'est de façons les plus différentes que ceux-ci peuvent arriver à constituer une telle particule colloïdale.

1. Par exemple tous les atomes contenus dans une de ces dernières peuvent se trouver reliés les uns aux autres par des valences chimiques principales: on a alors une grande molécule, *une macro-molécule.*[1] Une telle particule colloïdale témoignera d'une stabilité assurée du fait de celle des liaisons C-C; les comportements physique et chimique d'une substance de poids moléculaire élevé dépendront du groupement, de la taille et de la structure de ses macro-molécules; de même ceux-ci sont déterminés, pour les substances à poids moléculaire faible, par le groupement, la taille et la structure de leurs molécules.

2. Dans une seconde catégorie de particules colloïdales, des groupements d'atomes sont réunis par les valences principales, et forment des molécules; celles-ci sont assemblées entre elles sous l'effet de minimes forces de Van der Waals. Pour qu'une telle particule colloïdale puisse prendre naissance, il est indispensable qu'elle porte des charges électriques, faute de quoi elle ne saurait être stable. Une telle *micelle organique* est donc constituée de petites molécules organiques; sa stabilité, de même que celle des « micelles » inorganiques, dépend de l'existence à sa surface d'une couche d'ions chargés.

Cette dissemblance dans les structures des particules amène à une première répartition des colloïdes organiques en *colloïdes moléculaires* et *colloïdes micellaires.*[2] Les produits des deux catégories montrent des divergences essentielles dans leur comportement. Les premiers prennent naissance à partir de substances à poids moléculaire élevé; on ne peut naturellement jamais en obtenir de solutions à faible poids moléculaire, à moins qu'intervienne une destruction de la macromolécule; leurs dérivés — sauf modification de structure survenue au cours des transformations chimiques durant leur préparation — donnent aussi des solutions colloïdales.

Les seconds, parmi lesquels comptent par exemple les savons, les oléo-émulsions, les latex naturels ou synthétiques, se comportent tout autrement. Ils ne peuvent subsister que si les particules colloïdales portent des charges électriques: celles-ci disparues, le système colloïdal est détruit; il en est de même si l'on transpose la substance colloïdale en question dans un solvant différent. Ainsi les savons donnent dans l'eau des solutions colloïdales et, par contre, dans l'alcool, une solution ordinaire. Une huile émulsionnée dans l'eau peut à nouveau être reprise en solution normale dans le benzène. Le cas du caoutchouc à l'état de latex est particulièrement intéressant; d'après la définition ci-dessus, ses particules colloïdales, du fait qu'elles sont constituées de très nombreuses — approximativement 10^7 à 10^9 — macromolécules de caoutchouc, sont des micelles; pourtant, si l'on dissout le caoutchouc dans du benzène ou un autre solvant semblable, on obtient la solution caractéristique d'un colloïde moléculaire; le caoutchouc existe donc en solution colloïdale sous deux formes différentes: colloïde micellaire dans le latex, il devient colloïde moléculaire dans les solutions organiques.

[1] H. STAUDINGER et J. FRITSCHI, « Helv. Chim. Acta », *5*, 785 (1922); *livre*, p. 8.
[2] H. STAUDINGER, B. *59*, 3019 (1926), B. *62*, 2893 (1929).

Naturellement, les colloïdes micellaires et moléculaires sont reliés entre eux par des formes intermédiaires telles qu'en peuvent présenter les albumines; on peut en effet concevoir que les macromolécules puissent s'assembler en complexes plus importants par liaisons des valences secondaires provenant par exemple des groupes hydroxyliques ou amines. Enfin, la particule colloïdale d'une albumine pourrait être un sel de constituants de poids moléculaire élevé qui seraient, eux, soit basiques, soit acides. Mais pour étudier le comportement des colloïdes moléculaires et micellaires, il faut considérer pour commencer des substances de structure aussi simple que possible, pour lesquelles ne surgissent pas de pareilles complications: tels sont les hydrocarbures homopolaires de poids moléculaire élevé et leurs dérivés.

Le facteur déterminant pour la stabilité d'une particule colloïdale et son comportement au cours des réactions chimiques, est sa *structure interne*. Mais, pour ce qui concerne le comportement colloïdal, c'est par contre *la forme de la particule colloïdale* qui surtout en est cause. Si l'on considère alors les deux cas extrêmes, on peut distinguer entre les solutions colloïdales à particules sphéroïdales et celles à particules allongées filiformes. Ces solutions se comportent tout à fait différemment du seul fait des configurations dissemblables de leurs particules colloïdales. Cela entraîne une nouvelle subdivision en *colloïdes sphéroïdaux* et en *colloïdes linéaires*.[1]

Les solutions de ceux-là sont soumises à la loi d'Einstein; par suite leur viscosité n'est fonction que du volume de la phase dissoute, donc de la concentration, quelle que puisse par ailleurs être la dimension des particules colloïdales[2]; en fait[3] on a η_{sp} (1 vol%) = 0,025. De tels colloïdes ne peuvent fournir que des solutions de faible viscosité. Même à 10% de concentration, celles-ci sont à peine plus visqueuses que le solvant pur; en outre, elles présentent des caractéristiques normales d'écoulement.

Les solutions des *colloïdes linéaires* peuvent au contraire, même en concentration faible, présenter une viscosité considérable, celle-ci dépendant de la dimension des particules colloïdales et croissant bien plus que proportionnellement à la longueur de ces éléments filiformes.[4] Dans une solution extrêmement diluée, rentrant dans la catégorie des sols,[5] la viscosité croît proportionnellement à la longueur des particules filiformes; dans les solutions concentrées, fréquemment même déjà à 0,1-1%, et dans les gels elle croît plus que proportionnellement.[6] On rencontre ici ce phénomène remarquable: des solutions à 1% — par exemple de caoutchouc dans le benzène, de nitrocellulose dans l'acétone, ou de cellulose dans la liqueur de Schweizer — possèdent une viscosité cent fois plus grande que celle du solvant, à cause de la forme allongée des particules qui, déjà dans ces solutions si diluées, « se gênent » fortement mutuellement. En dépit de cette viscosité élevée les substances à poids moléculaire faible, tout comme les ions et les matières colorantes, peuvent migrer avec la même vitesse dans ces solutions aussi bien que dans un solvant de faible viscosité. Quelques rares molé-

[1] H. STAUDINGER, « Helv. Chim. Acta », *15*, 213 (1932); *livre*, p. 140. Voir également 9e Congrès International de Chimie, Madrid, 1934; H. STAUDINGER, B. *68*, 1682 (1935).

[2] M. BANCELIN, « Compt. rend. », *152*, 1382 (1911).

[3] Sur la transformation de la formule d'Einstein, voir B. *68*, 1691 (1935).

[4] H. STAUDINGER, « Ztschr. physikal. Chem. » (A) *153*, 391 (1931); *livre*, p. 56.

[5] *Livre*, p. 131.

[6] *Livre*, p. 131.

cules filiformes longues dissoutes n'opposent donc aucune résistance appréciable à la diffusion des petites molécules. C'est par là que ces solutions à viscosité spécifique élevée se différencient fondamentalement des liquides dont la viscosité absolue élevée provient de leurs molécules elles-mêmes, comme la glycérine ou l'huile de graissage. Les solutions des colloïdes linéaires présentent de plus des phénomènes anormaux d'écoulement.[1]

Pareille divergence dans les manifestations colloïdales paraît toujours lorsque les particules colloïdales présentent la susdite dissemblance de forme, qu'il s'agisse par ailleurs de colloïdes micellaires ou moléculaires. On connaît ainsi des colloïdes linéaires et sphéroïdaux dans ces deux catégories de colloïdes micellaires et moléculaires.

Les *colloïdes micellaires sphéroïdaux* sont par exemple les oléo-émulsions et aussi les différentes sortes, naturelles ou synthétiques, de latex.[2] La stabilité des particules colloïdales est provoquée ici par une couche protectrice de savons ou d'albumines. La viscosité spécifique de solutions à 1% des diverses sortes de latex, qui est d'environ 0,025, reste indépendante de la taille des molécules constituant les gouttelettes de latex: cela a été contrôlé par exemple sur des solutions du latex de plusieurs polystyrols de divers degrés de polymérisation. Si l'on dissout par contre ces polystyrols dans du benzène, on obtient des solutions de colloïdes moléculaires qui, selon les longueurs des molécules dissoutes, présentent des différences importantes de viscosité entre leurs solutions à 1%.[3]

TABLEAU I.

LES VISCOSITÉS SPÉCIFIQUES DE SOLUTIONS A 1% DES LATEX DE DIVERS POLYSTYROLS ET DE CES POLYSTYROLS DANS LE BENZÈNE

	Poids moléculaire du polystyrol	η_{sp} (1%) du latex	η_{sp} (1%) de la solution dans le benzène
Latex I	750 000	0,027	180,0
» II	400 000	0,028	32,6
» III	275 000	0,024	10,5
» IV	175 000	0,026	5,6

Les *colloïdes micellaires linéaires* sont principalement les savons. Ici, la formation de micelles filiformes se développe par suite de l'agglutination des molécules allongées dans une direction exclusive. La stabilité de micelles pareilles est due aux ions qui se trouvent à leur surface. Leur forme en filament provoque la viscosité élevée des solutions savonneuses qui, à cause de la structure longitudinalement allongée, témoignent des désaccords avec la loi de Hagen-Poiseuille.[4] Les molécules des divers acides gras ne se

[1] *Livre*, p. 92, 188.

[2] H. STAUDINGER, B. *68*, 1682 (1935); H. STAUDINGER et E. HUSEMANN, B. *68*, 1691 1935); H. STAUDINGER, J. JOSEPH et E. O. LEUPOLD, A. *488*, 150 (1931).

[3] H. STAUDINGER et E. HUSEMANN, B. *68*, 1691 (1935).

[4] Toutefois, en ce cas, les phénomènes de viscosité ou les désaccords avec la loi de Hagen-Poiseuille ne sont pas aussi faciles à déterminer que dans le cas des molécules homopolaires, car les ions forment en effet des essaims analogues à ceux observés dans les solutions de colloïdes moléculaires hétéropolaires. Voir *livre*, p. 82, 92.

trouvent maintenues dans les micelles de savon que par de minimes forces de Van der Waals; il en résulte qu'il suffira simplement d'une minime élévation de température pour provoquer la disparition des micelles, ce qui se traduira par une forte réduction de la viscosité.

Le comportement des colloïdes moléculaires est défini d'abord par la forme des particules colloïdales et, ensuite, par la structure interne des macromolécules. On sait que les propriétés physiques et chimiques des substances organiques homopolaires se trouvent profondément modifiées si dans celles-ci, des groupes ionogènes sont substitués; par exemple groupes COONa, SO_3Na, NH_3Cl. On obtient dans ces conditions des sels d'acides ou de bases avec des restes organiques plus ou moins importants. Les substituants minéraux donnent à l'ensemble de la molécule un « caractère inorganique » se traduisant par une diminution très sensible de la volatilité de la combinaison organique, par une réduction de la solubilité dans les solvants organiques, la solubilité dans l'eau se trouvant par contre accrue. Si dans les macromolécules on entreprend la substitution d'un nombre suffisant de tels groupes ionogènes, la combinaison homopolaire de poids moléculaire élevée subit exactement la même modification qu'une de poids moléculaire faible: le *colloïde moléculaire homopolaire* soluble dans les solvants organiques, un *organosol* en somme, se trouve transformé en un *colloïde moléculaire hétéropolaire* soluble dans l'eau, mais insoluble dans les solvants organiques, c'est-à-dire en un *hydrosol*.

La même modification de la solubilité des colloïdes moléculaires organiques peut être obtenue par substitution d'un nombre suffisant de groupes hydroxyliques. Des exemples sont fournis par l'amidon et l'alcool vinylique polymère qui tous sont des hydrosols, alors que leurs esters sont des organosols. Mais, au point de vue de leur comportement colloïdal, ces combinaisons à groupes hydroxyliques présentent plutôt les caractères des colloïdes moléculaires homopolaires; aussi seront-elles traitées en même temps que ceux-ci.

Les solutions des *colloïdes moléculaires homopolaires* se comportent tout à fait différemment selon qu'il s'agit de colloïdes linéaires ou sphéroïdaux, comme cela peut être parfaitement prouvé avec les polysaccharides. La cellulose [1] et ses dérivés sont des colloïdes linéaires; le glycogène [2] par contre est un colloïde sphéroïdal. Les différences énormes entre les propriétés de ces deux groupes de colloïdes moléculaires ressortent des indications du tableau II. [3]

Si l'on considère tout d'abord les *colloïdes moléculaires sphéroïdaux*, soit les solutions de glycogène, on trouve que ceux-ci ressemblent à maints points de vue aux solutions de substances à poids moléculaire faible. [4] Les glycogènes polymères homologues donnent, sans phénomène de gonflement, des solutions de faible viscosité satisfaisant à peu près à la loi d'Einstein. La viscosité spécifique des solutions de substances de poids moléculaire faible ou élevé, par exemple de glycogènes de degrés de polymérisation de 5000, 1700 et 400, garde à peu près la même valeur. [5] Le comportement

[1] H. STAUDINGER, « Svensk Kemisk Tidskrift », *XLIX*, 3 (1937).

[2] H. STAUDINGER et E. HUSEMANN, A. *530*, 1 (1937).

[3] H. STAUDINGER, « Naturwissenschaften », *25*, 673 (1927).

[4] Ce comportement a antérieurement conduit, en relation avec une série de recherches chimiques, à considérer le glycogène comme une substance de poids moléculaire faible. Voir W. N. HAWORTH, « Journ. Chem. Soc. », *1932*, 2277; *1937*, 577.

[5] H. STAUDINGER et E. HUSEMANN, A. *530*, 1 (1937).

osmotique de pareilles solutions de glycogène, même celui de son acétate, est absolument normal. Les échantillons de poids moléculaire élevé ou faible ont sensiblement même aspect.

TABLEAU II.

POLYSACCHARIDES ET ALBUMINES A PARTICULES SPHÉROÏDALES ET LINÉAIRES

Substances	Colloïdes sphéroïdaux	Colloïdes linéaires
Hydrates de carbone	Glycogène et dérivés	Cellulose et dérivés
Albumines	Ovalbumine, hémoglobine, myogène	Collagène, myosine, ovoglobuline
Aspect à l'état solide	pulvérulent	fibreux, visqueux
Pouvoir de gonflement	ne gonflent pas	gonflent fortement
Viscosité d'une solution à 1%	Sols de faible viscosité obéissant à la loi de Hagen-Poiseuille	Gels de viscosité élevée, en désaccord avec la loi de Hagen-Poiseuille
Pression osmotique	p : c = constante	La loi de Vant't Hoff n'est pas valable

Les *colloïdes moléculaires linéaires* se comportent tout à fait différemment. Les représentants types, sont, outre la cellulose et ses dérivés, le caoutchouc, la gutta-percha ainsi que de très nombreuses substances synthétiques à polymérisation élevée: polystyrols, poly-vinyl-acétates, poly-vinyl-chlorures, etc. Parmi tous ces colloïdes linéaires, ceux à molécules extrêmement longues se différencient fortement de ceux à molécules plus courtes. L'aspect des membres les plus élevés et les plus bas d'une série de polymères homologues est même tellement dissemblable qu'on n'imagine pas que se sont des matières ayant un même principe de structure. A cause de cela les colloïdes linéaires doivent être classés, suivant la longueur de leurs molécules, en divers sous-groupes: produits semi-, méso-, et eu-colloïdaux. [1]

1. *Semi-colloïdes.* — Ce sont des substances atteignant un poids moléculaire de 10 000 environ et dont les molécules ont une longueur comprise entre 50-250 Å. Certains de ces corps: dérivés de la cellulose, polystyrols, polyindènes par exemple, sont pulvérulents; le caoutchouc semi-colloïdal est, lui, gluant. Ces substances donnent, sans gonflement aucun, des solutions de viscosité faible soumises à la loi de Hagen-Poiseuille.

2. *Méso-colloïdes.* — Les produits de ce groupe ont des molécules d'une longueur variant de 250 à 2500 Å et leur comportement est intermédiaire entre ceux des semi- et des eu-colloïdes.

3. *Eu-colloïdes.* — Les molécules filiformes de ces corps ont une longueur supérieure à 2500 Å et pouvant même atteindre plus de 1μ. Une structure fibrillaire est caractéristique des produits solides, quelle que soit d'ailleurs leur origine, naturelle ou synthétique. [2] On peut en tirer des fibres

[1] H. STAUDINGER, B. *62*, 2893 (1929); B. *68*, 1682 (1935).

[2] H. STAUDINGER, M. STAUDINGER et E. SAUTER, « Ztschr. physikal. Chem. », (B) *37*, 403 (1937); de plus Melliand Textilber, *18*, 849 (1937).

ou des pellicules utilisables. Les caractéristiques de résistance mécanique de ces fibres sont d'autant plus prononcées que le degré de polymérisation est élevé.[1] De plus, de nombreuses substances eu-colloïdales jouissent de propriétés élastiques.[2] Ces matières donnent, en gonflant fortement, des solutions de viscosité élevée, celle-ci pouvant dépasser 100 fois celle du solvant lui-même. Ces « solutions-gels » constituent, pour les produits eu-colloïdaux à molécules filiformes, un état caractéristique de leurs solutions; celui-ci résulte de ce que, bien que les molécules soient solvatées, celles-ci, par suite de leur « gêne » mutuelle, ne possèdent aucune liberté de mouvement dans la solution. Des solutions-gels analogues ne se peuvent obtenir avec les colloïdes sphéroïdaux, ni avec les substances de poids moléculaire faible. Seules les solutions à très faible viscosité (0,2 et en dessous) des colloïdes linéaires se comportent comme des solutions normales. Mais de tels « sols »[3] sont extrêmement dilués, la concentration restant, pour les produits de poids moléculaire élevé, inférieure ou égale à 0,01 pour cent. En outre, les solutions de tous les eu-colloïdes ne suivent pas la loi de Hagen-Poiseuille, du fait que les molécules filiformes dans les solutions se trouvent orientées par l'écoulement du liquide.[4] Elles y obéissent d'autant moins que les molécules filiformes sont plus longues. Ces désaccords sont, pour ce cas, désignés par le terme de *phénomènes macromoléculaires de viscosité.*[5] Enfin, dans les solutions de ces combinaisons apparaissent des phénomènes osmotiques anormaux: la pression osmotique croît, non pas proportionnellement à la concentration, mais plus rapidement.[6] Dans les solutions de substances de poids moléculaire faible, au contraire, cette pression décroît à mesure que la concentration augmente, et que se forment des associations.

Avec les eu-colloïdes un autre fait caractéristique est que leur comportement d'ensemble se trouve facilement influencé et peut être profondément modifié par de très faibles additions étrangères. Il suffit, par exemple, de traces d'oxydants pour qu'une molécule de cellulose ayant un degré de polymérisation de 2000 se trouve par « scission dédoublante » divisée en molécules d'un degré de polymérisation moitié.[7] L'action de cette scission sur le comportement physique est très considérable car la viscosité de ces «sols» se trouve par suite réduite de 50 pour cent.[8]

Encore plus surprenantes sont les modifications que subit un eu-colloïde du fait que les diverses molécules filiformes se trouvent liées par places les unes aux autres. Etant donnée la grande longueur de ces molécules filiformes il suffit même de simples traces de certains produits pour provoquer de tels « réseaux ». Des recherches très précises ont été faites dans le cas du polystyrol sur l'influence de l'addition de quantités minimes de di-

[1] H. STAUDINGER et M. SORKIN, B. *70*, 1565 (1937); H. STAUDINGER, M. SORKIN et E. FRANZ, Melliand Textilber, *18*, 681 (1937).

[2] B. *63*, 429 (1930), *livre*, p. 121.

[3] *Livre*, p. 131, 138; « Kolloid-Z. », *54*, 135 (1931).

[4] R. SIGNER, « Ztschr. physikal. Chem. » (A) *150*, 257 (1930); R. SIGNER et H. GROSS; « Ztschr. physikal. Chem. » (A) *165*, 161 (1933); H. STAUDINGER, *livre*, p. 188.

[5] H. STAUDINGER et H. MACHEMER, B. *62*, 2921 (1929); *livre*, p. 92, 188; H. STAUDINGER et M. SORKIN, B. *70*, 1993 (1937).

[6] H. STAUDINGER et G. V. SCHULZ, B. *68*, 2320 (1935); B. *68*, 2336 (1935).

[7] H. STAUDINGER, « Svensk Kemisk Tidskrift », *XLIX*, 3 (1937).

[8] La diminution de viscosité résultant d'une telle dissociation des molécules filiformes est encore plus grande dans les gels que dans les sols à 0,5-1 pour cent.

vinyl-benzène.[1] On constate ceci: plus les molécules de polystyrol sont longues, plus sont réduites les quantités de di-vinyl-benzène nécessaires pour lier les molécules longues en forme de «ponts» entre elles. De ce fait l'ensemble du comportement physique se trouve profondément modifié: le colloïde *soluble, à gonflement illimité*, qu'est le polystyrol normal, se trouve, sous l'effet de très faibles additions de di-vinyl-benzène, transformé en un colloïde *insoluble à gonflement limité*. De telles «formations de réseaux» ont été observées sur les plus diverses substances ayant des molécules filiformes longues; il s'en produit ainsi par exemple au cours de la transformation du caoutchouc soluble en caoutchouc insoluble.[2]

Dans les *colloïdes moléculaires hétéropolaires* se rangent principalement les albumines. Toutefois pour celles-ci, on n'a pu, avec autant de certitude, prouver que les particules en solution sont des macromolécules. A ces tentatives se rattachent des recherches chimiques très minutieuses, telles que celles concernant les transformations en produits polymères analogues.

Les particules colloïdales des albumines possèdent à leur tour les aspects les plus divers. Ovalbumine, hémoglobine, myogène sont des colloïdes linéaires; ovoglobuline, myosine, collagène sont des colloïdes sphéroïdaux.[3] Les deux groupes montrent aux points de vue aspect, capacité de gonflement, viscosité de leurs solutions, ou comportement osmotique, les mêmes divergences que les polysaccharides suivant que ceux-ci sont colloïdes linéaires ou colloïdes sphéroïdaux (voir tableau II).

Des colloïdes moléculaires hétéropolaires peuvent être facilement préparés synthétiquement: ainsi par exemple les sels de l'acide polyacrylique.[4] Les produits artificiels obtenus sont des colloïdes linéaires et on peut étudier sur eux le comportement des acides (ou des bases) de poids moléculaire élevé et de leurs sels. Pour ce qui concerne la viscosité, le comportement est ici bien plus complexe que dans le cas des combinaisons homopolaires; en effet, la viscosité élevée des solutions résulte non pas seulement de la longueur des molécules filiformes des macro-molécules, mais aussi de la formation des «essaims d'ions» par ces ions-filaments: ces phénomènes provoquent un accroissement considérable de la viscosité. Pour le même motif, la viscosité varie, lorsque la concentration augmente, de toute autre façon que dans le cas des colloïdes moléculaires homopolaires. Dans les solutions extrêmement diluées, où se produit une forte dissociation, les valeurs du rapport $\frac{\eta sp}{c_{gm}}$ sont les plus élevées; elles décroissent ensuite à mesure qu'augmente la concentration, puis recroissent à nouveau à partir

[1] H. STAUDINGER et W. HEUER, B. *67*, 1164 (1934); H. STAUDINGER et E. HUSEMANN, B. *68*, 1618 (1935); H. STAUDINGER, W. HEUER et E. HUSEMANN, Trans. Far. Soc. *32*, 323 (1936).

[2] H. STAUDINGER et E. O. LEUPOLD, *livre*, p. 442; H. STAUDINGER et H. F. BONDY, A. *488*, 153 (1931).

[3] Voir R. SIGNER et G. BOEHM, «Helv. chim. Acta», *14*, 1370 (1931); E. v. MURALT et J. T. EDSALT, «J. of. Biol. Chem.», *89*, 351 (1931); H. STAUDINGER et G. V. SCHULZ, B. *68*, 2336 (1935); F. HAUROWITZ, «Kolloïd-Z.», *74*, 217 (1936).

[4] H. STAUDINGER et E. URECH, «Helv. chim. Acta», *12*, 1107 (1929); H. STAUDINGER et H. W. KOHLSCHÜTTER, B. *64*, 2091 (1931); H. STAUDINGER et E. TROMMSDORFF, *livre*, p. 333; W. KERN, «Ztschr. physikal. Chem.», (A), *181*, 249 (1938). Voir: *Le comportement des combinaisons polyammoniacales à nombre élevé de molécules*, H. STAUDINGER et H. v. BECKER, B. *70*, 879 (1937).

d'une concentration très élevée. D'autres recherches ont montré que ces phénomènes de viscosité sont de nature complexe et résultent des causes suivantes: l'une « macromoléculaire », l'autre « polyionique ».[1] Les désaccords avec la loi de Hagen-Poiseuille sont aussi tout particulièrement importants dans les solutions de colloïdes moléculaires hétéropolaires à molécules filiformes: du fait de la formation des essaims d'autres dérangements paraissent dans la solution. Ces derniers ont été désignés sous le terme de « *phénomènes polyioniques de viscosité* ».[2] Ainsi l'éclaircissement de la constitution des substances à poids moléculaire élevé nous apporte des informations importantes précisément sur les conditions anormales d'écoulement de ces solutions colloïdales, conditions qui précédemment nous restaient incompréhensibles.

Pour terminer nous représenterons sur le tableau ci-dessous la classification des colloïdes d'après ces nouveaux points de vue.

Tableau III.

Classification des colloïdes.

A. Colloïdes inorganiques.
   I. Colloïdes sphéroïdaux donnant des solutions à faible viscosité (p. e. métaux colloïdaux).
   II. Colloïdes linéaires donnant des solutions à viscosité élevée (p. e. acides siliciques).

B. Colloïdes organiques.
   I. Colloïdes micellaires, dont la particule est constitutée de plusieurs molécules:
      a) Colloïdes sphéroïdaux: latex (faible viscosité).
      b) Colloïdes linéaires: savons (viscosité élevée).
   II. Colloïdes moléculaires, dont la particule s'identifie avec une seule molécule qui est une macromolécule:
      1) Colloïdes moléculaires homopolaires.
      2) Colloïdes moléculaires hétéropolaires.

Chacune de ces catégories se subdivise à son tour en:

a) Colloïdes sphéroïdaux, donnant des solutions à faible viscosité.

b) Colloïdes linéaires:

α) Semi-colloïdes (longueur de molécule < 250 Å), donnant sans gonflement des solutions de faible viscosité (solutions Newton).

β) Méso-colloïdes (longueur de molécule 250 à 2500 Å); formes intermédiaires.

γ) Eu-colloïdes (longueur de molécule > 2500 Å), donnant avec gonflement des solutions-gels à viscosité élevée, non soumis aux lois des solutions Newton.

En résumé, le récent développement de la chimie organique des colloïdes permet de conclure ce qui suit. Le comportement des colloïdes organiques ne peut s'expliquer que si la structure de leurs particules colloïdales est tirée au clair selon les méthodes de la chimie organique. Alors, pour les substances macro-moléculaires, deviennent évidentes les relations liant leurs propriétés physiques à la grandeur et la forme de leurs macro-molécules. Pour

[1] W. Kern, « Ztschr. physikal. Chem. », (A), *181*, 249 (1938).
[2] H. Staudinger et E. Trommsdorff, *livre*, p. 95 et 358.

expliquer les phénomènes colloïdaux, on opérera donc ici de même façon que pour étudier les propriétés physiques des combinaisons de poids moléculaire faible. Dans les séries homologues de celles-ci existent certains rapports entre la volatilité, la solubilité des diverses substances, entre la viscosité de leurs solutions et la structure et la taille de leurs molécules; de même, dans les séries polymères homologues des substances à poids moléculaire élevé, nous trouverons des relations entre le comportement physique de ces matières à l'état solide, les propriétés caractéristiques de leurs solutions et la taille de leurs macromolécules. Ainsi, le domaine des colloïdes moléculaires organiques deviendra un chapitre de la chimie organique qui devra être exploré en utilisant les méthodes de cette dernière.

Freiburg im Breisgau, Universität, Chemisches Laboratorium.

H. STAUDINGER

(Traduit par Ch. Foucault - Nevers).

MESURE DE L'INTELLIGENCE

Partant de l'ancienne doctrine des « facultés » toujours dominante, mais intérieurement ruinée, est apparue récemment celle des « facteurs ». Le but de la première, comme celui de la seconde, est d'exprimer, au moins approximativement, la multiplicité à peu près infinie de l'activité mentale, au moyen d'un très petit nombre de composantes élémentaires. Or un tel facteur, bien différent en cela de chacune des anciennes facultés, est caractérisé par cette vertu cardinale qu'il présente une *unité fonctionnelle*. Cette caractéristique seule rend le facteur mesurable et accessible à une étude véritablement scientifique. Entrant dans les détails, nous trouvons que le facteur intellectuel principal, appelé « G », intervient dans toutes les actions cognitives, bien qu'il présente des degrés très variables pour chaque activité et pour chaque individu. Il semble mesurer une activité que l'on a appelée « éduction » et qui se présente sous deux aspects. L'un consiste à passer de deux objets à leur inter-relation. L'autre passe d'un objet et d'une relation à l'objet corrélatif. En plus de cette analyse de l'aspect cognitif de l'esprit humain, des méthodes analogues ont été appliquées également à son aspect orétique. Cependant ces deux genres de facteurs, cognitif et orétique, bien que nettement distincts en eux-mêmes, exercent, comme on le montre, une profonde action l'un sur l'autre.

I. — « FACULTÉS » ET « TYPES » COURANTS.

Pour montrer l'importance vitale du problème à discuter ici, nous allons simplement rappeler deux faits indiscutables. Le premier est que certaine façon d'évaluer l'intelligence fournit le véritable fondement, non seulement de l'éducation, mais aussi de tout l'édifice social. Le second, assez notoire, est que non seulement la méthode d'estimation, mais aussi la nature de cette « intelligence » qu'il s'agit d'estimer, est partout conçue avec la diversité la plus fantaisiste. Les chercheurs et écrivains qui se sont occupés de ce domaine n'ont guère essayé d'être conséquents avec eux-mêmes. Par exemple une autorité supérieure comme Terman définit formellement l'intelligence: le pouvoir de penser l'abstrait, et pourtant il inclut dans ses tests actuels d'intelligence un acte comme celui de percevoir lequel de deux poids est le plus lourd.

Il y a donc là une situation qu'il faut examiner à fond. Quelles sont, devons-nous nous demander, les principales théories en discussion? Actuellement nous remarquons que la psychologie a été, et est encore, dominée par *deux* de celles-ci.

La plus ancienne — qui remonte jusqu'à Platon, à plus de deux mille ans dans le passé, mais qui est toujours en honneur — est celle qui attribue les innombrables activités mentales à un très petit nombre de « facultés » (appelées aussi « pouvoirs », capacités », etc.). On distingue ordinairement parmi celles-ci dans la sphère de la connaissance l'intellect ou intelligence, les sens, la mémoire, l'imagination et l'attention.

La seule rivale sérieuse de cette théorie ancienne est la théorie assez moderne des « types ». Leur conception est généralement plutôt obscure. Cependant, dans son meilleur usage, ce terme désigne certaines formes permettant de distinguer des groupes particuliers d'individus. Parmi les types les plus anciennement désignés comme tels, il y avait les types « visuel » et « auditif », étudiés en France par Charcot et Binet. De nos jours, des classifications plus importantes ont été établies avec l'« introverti » et l'« extraverti » de Jung, les types « schizoïde » et « cycloïde » de Kretschmer, ainsi que les types « tétanoïde » et « basedoïde » de Jaensch.

Malheureusement, ces deux théories, celle des facultés et celle des types, présentent un degré extraordinaire d'indécision et d'ambiguité. Cette confusion se rencontre avant tout à propos de la faculté fondamentale de l'« intelligence ». Car nous avons là un terme fait pour inclure ou pour exclure presque tout, à volonté. On en est arrivé à un tel point que le seul fait d'employer le terme avec complaisance trahit une incertitude de la pensée.

Tournons nous vers les types. Nous pouvons prendre comme exemple principal ce qu'on appelle « introversion ». Ce concept est même assez équivoque pour encourir l'accusation de Kelley que

« Le nombre d'acceptions différentes de l'idée attachée à ce terme est presque aussi grand que celui des gens qui l'écrivent ».

Il est encore un autre défaut aussi funeste que celui de l'équivoque. C'est que chaque faculté — et chaque type — prétend être une unité fonctionnelle; leur importance scientifique viendrait de là. Autrement dit, toutes leurs manifestations seraient influencées et varieraient ensemble. Or jamais on n'a apporté la preuve d'une telle concomitance, pour de nombreux cas, hautement improbable. Considérons par exemple la faculté d'attention. Aucune n'a été soumise plus fréquemment ni avec plus d'assurance que celle-là à une prétendue mesure. Mais des expériences récentes ont montré que, loin d'être une unité, elle se divise en beaucoup d'espèces plus ou moins indépendantes les unes des autres. S'il en est ainsi, toute tentative de mesurer l'attention en général est évidemment vaine et illusoire.

En plus des deux graves défauts précédents: conception équivoque et manque de preuve d'unité, toute tentative d'étudier les capacités individuelles se heurte à des sérieux obstacles. Le principal parmi eux est qu'une capacité dépend d'incalculables accidents de l'expérience antérieure. Par exemple, un test de Binet dépend du fait que le sujet, a, par hasard, appris quel est le jour de la semaine. Une autre grande difficulté vient de ce que beaucoup de tests dépendent du langage impliqué dans la façon de les comprendre et de les exécuter. Pour prendre un exemple du même auteur, comment un enfant exécutera-t-il l'ordre de faire une « phrase » à l'aide de trois mots donnés s'il n'a pas eu auparavant l'occasion d'apprendre le sens du mot « phrase »? De plus, un autre grand obstacle à l'étude d'une capacité, c'est la difficulté que l'on rencontre pour l'isoler. Ainsi la tâche est assez aisée de mesurer des activités qui *impliquent* l'« invention », mais pourtant difficile d'en trouver qui l'impliquent *à l'exclusion de toute autre chose.*

II. — Nouvelle théorie des facteurs.

Actuellement, sous la poussée de ces grandes difficultés qui accablent les deux théories courantes, celle des facultés et celle des types, les psychologues se sont tournés, pour se tirer d'affaire, vers la science très moderne des statistiques. Ici ils ont accompli deux grands progrès. Le premier fut la découverte de coefficients de corrélation au moyen desquels le degré d'unité d'une fonction mentale quelconque peut être soumis à une mesure précise. Le second fut la découverte que, par le moyen des dites corrélations, on pouvait réexprimer les nombreuses fonctions mentales, indéfinies, sans unité et mutuellement dépendantes, sous la forme bien plus

simple d'un très petit nombre de « facteurs », chacun défini et unique en lui-même bien que tous soient indépendants l'un de l'autre.

En face de ces énormes avantages, cependant, il faut placer un grave désavantage. Bien que parfaitement définis au point de vue statistique, ces facteurs sont sujets à une interprétation très équivoque. Car tandis que la procédure ordinaire fait quelques faibles efforts pour concevoir une aptitude avant de tenter de la mesurer, la méthode des facteurs part avec ses mesures statistiques et ce n'est qu'ensuite qu'elle tente de les accomoder aux conceptions psychologiques. C'est un renversement de méthode qui a été comparé à celui qui fut introduit en astronomie par Copernic.

III. — « G » ET « S ».

De ces facteurs, le premier découvert, de beaucoup le plus important et le plus exactement mesurable, est celui qu'on a nommé « G ». Sa première caractéristique entre toutes est son universalité. Il entre dans les activités mentales de toutes sortes, quelles qu'elles soient. Sa seconde caractéristique essentielle est qu'il entre dans des activités différentes à des degrés très variables. Il le fait dans des proportions d'autant plus grandes que l'aptitude dépend davantage du processus mental appelé « éduction ». Avec ce dernier terme, nous touchons la véritable difficulté de tout le problème de l'« intelligence », et même de toute connaissance. Un très grand nombre d'ouvrages a été publié sur ce sujet.[1] Nous devons nous borner ici à de très brèves indications. Nous pouvons dire que l'« éduction » est de deux sortes: l'une consistant à passer de deux objets à leur rapport, par exemple quand l'idée de « bon » et celle de « mauvais » conduisent à la compréhension de leur « opposition »; l'autre consistant à passer d'un objet et d'un rapport à un objet corrélatif, comme lorsque l'idée de « bon », jointe à celle d'« opposé », conduit à l'idée de « mauvais ».

A ces trop brèves indications sur la nature de « G », qu'on nous permette d'ajouter quelques mots de comparaison entre lui et l'intelligence. Ce dernier terme est, nous l'avons dit, extrêmement équivoque. Il *peut* être conçu comme renfermant bien des choses qui *ne sont certainement pas* G; ainsi quand on dit quelqu'un « intelligent » parce qu'il se rappelle quelque chose. D'un autre côté, il lui arrive d'exclure bien des choses qui sont G dans sa forme la plus pure; ainsi quand on déclare qu'un excellent test de G n'est rien de plus qu'un tour, sans vraie importance.

De cette explication de ce qu'est « G », passons à ce qu'il n'est pas. Ce faisant, nous nous tournons du facteur universel G vers le facteur supplémentaire et spécifique « S ». Contrairement au premier, il est extrêmement composite. Il exprime particulièrement des aptitudes sensorielles et motrice spéciales ainsi que des manifestations de l'aptitude à retenir. A cela il faut ajouter les influences des accidents et des erreurs.

IV. — « V », « M », « N », « X », « P », « O ».

Il est bien évident que bon nombre de ces S ou composantes de S sont d'espèces très variées et très variables. Pourtant un certain nombre ont

[1] On en trouvera un exposé dans mon ouvrage: *The Abilities of Man*, 1927, ou dans la traduction française par BRACHET, *Les aptitudes de l'Homme*, 1936. On peut aussi consulter ma *Psychology down the Ages*, 1937.

un degré de stabilité et de portée qui — bien que de beaucoup inférieur à celui de G — suffit néanmoins pour leur donner une importance considérable.

En premier lieu, parmi ces S de large portée se trouve ce qu'on appelle le « facteur verbal » que l'on désigne par « V ». Tout récemment on l'a soumis à une analyse assez minutieuse qui a été couronnée de succès. Il semblerait qu'il est d'une nature très primitive, puisqu'on le rencontre même dans la simple recognition d'une lettre de l'alphabet. Il semblerait n'être guère autre chose que des associations se formant entre le symbole et le symbolisé. Ce qui ne l'empêche pas de jouer néanmoins un rôle non sans importance, même dans les formes les plus élevées du raisonnement. Dans les déterminations ordinaires des « quotients d'intelligence » son influence a été estimée en chiffres ronds à 25%.

Quelque peu analogue à l'influence de V dans les actes linguistiques est celle de « M » — appelé aussi « F » — dans l'activité mécanique; il est spécialement responsable de l'habileté à manier les machines. Il est utile aux besoins des sciences physiques dans la mesure où elles comportent des manipulations. Mais dès qu'elles deviennent surtout théoriques, c'est V qui entre à nouveau en jeu. Chose étrange, cet M devient plus nettement un facteur spécifique quand il s'agit de garçons que quand il s'agit de filles. On pense que c'est un facteur acquis plutôt qu'inné.

Allié fonctionnellement, sinon analytiquement, à « M », on trouve « N », facteur spécifique impliqué dans le calcul arithmétique. Un autre facteur important a été indifféremment appelé « C », « X », et « F » (il ne s'agit pas du facteur « F » de tout à l'heure). Il mesurerait la « rapidité de réponse ». Il se peut qu'il ne soit pas d'origine cognitive, mais émotionnelle ou volitionnelle.

Il existe encore deux facteurs de large portée, radicalement différents des trois premiers. A strictement parler, ils ne mesurent pas les aptitudes, mais uniquement des rapports entre des aptitudes. L'un d'eux, de beaucoup le mieux connu; est appelé P. On a vu en lui une *inertie* mentale générale; lenteur à mettre en route un processus ou à l'arrêter. Il semblerait avoir une grande importance, mais bien plus dans le domaine de l'émotion que dans celui de la connaissance.

Le dernier facteur à mentionner ici est « O ». Il mesure la tendance qu'a la force mentale d'un individu à osciller, entre un plus et un moins. Jusqu'à présent, ce facteur n'a été soumis qu'à des investigations relativement peu extensives. Il semblerait intéresser surtout la psychopathologie.

A tous ces facteurs, en premier lieu cognitifs et en second lieu seulement volitifs il faut ajouter les influences qui par contre sont d'abord volitives et émotionnelles, mais étendent cependant leur effet sur la connaissance. Ils entrent abondamment dans l'« intelligence » telle qu'on la conçoit communément. C'est à eux surtout que l'on doit l'opinion courante selon laquelle l'intelligence peut être de sortes extrêmement différentes, par ex. « en profondeur », « sens commun », « vive », « imaginative », etc. Pénétrer dans ces facteurs « orétiques », comme on les a appelés, nous entraînerait trop loin. Contentons nous de mentionner le plus important de tous: celui que l'on a appelé « W » où l'on a cru découvrir quelque chose de la nature du pouvoir volontaire.

V. — Mesure.

Jusqu'à présent nous nous sommes occupés de déterminer la nature de toutes les dispositions cognitives attribuées indistinctement, et même contradictoirement, à la sphère de l'intelligence. Nous n'avons pas effleuré l'autre problème, celui de la mesure dans laquelle ces aptitudes peuvent être adéquatement étudiées et même mesurées.

A ce point de vue le succès le plus remarquable a été réalisé en ce qui concerne ce facteur de haute valeur qu'est G. On peut le déterminer aujourd'hui, pour un individu normal, avec une exactitude qui remplit de honte les examens ordinaires des écoles. En effet on peut la comparer avec bien des mesures physiques reconnues. Et il semble que rien n'exclut la possibilité d'un perfectionnement ultérieur.

Parmi les tests actuellement utilisables, il serait bon d'en noter deux de date récente qui présentent de notables avantages. L'un est celui de Penrose et Raven dans lequel une disposition de figures dans un dessin rectangulaire indique au sujet les relations à découvrir. De ce dessin on coupe un morceau que l'on mêle avec d'autres qui peuvent être confondus avec lui. Le sujet doit le retrouver parmi le tout. Voici deux exemples: l'un facile, l'autre plus difficile. Un caractère fondamental et bien connu de ces tests, c'est qu'ils sont presque totalement indépendants du langage. Leur autre mérite moins commun est qu'ils dépendent au minimum de l'expérience antérieure et au maximum de la pure éduction.[1]

Dans le second test que je veux mentionner ici, ces deux avantages sont assurés plus complètement encore. On montre au sujet trois ou quatre figures ayant quelques caractéristiques communes en lui disant qu'elles sont « justes ». Par contraste, on lui montre trois ou quatre autres figures ne contenant pas cette caractéristique et qu'on dit en conséquence être « fausses ». Pour finir le sujet doit retrouver les justes parmi un mélange des deux espèces de figures. Ce test n'exige pas plus de deux mots que connaissent tous les hommes de toutes sortes et de toutes conditions dans toutes les races: « juste » et « faux ».[2]

Ce brillant succès dans la mesure de G est, on le sait, loin d'avoir été atteint pour les autres facteurs, V, M, etc., bien que, pour ces derniers, on en soit arrivé déjà à une exactitude qui dépasse de beaucoup celle dont un maître doit se contenter ordinairement.

On a même fait des progrès non négligeables en ce qui concerne les facteurs « orétiques ». Nous pouvons, par exemple, déterminer de façon plus précise dans quelle mesure la réussite dans une profession dépend de l'aptitude et dans quelle mesure de la bonne volonté. Et l'on peut dire, qu'en principe du moins, l'on a même commencé à mesurer expérimentalement le facteur W lui-même.

London. Ch. E. Spearman

(Traduit par Y. Le Lay, Blois, Loir-et-Cher, France).

[1] Cf. Penrose and Raven, Brit. J. med. Psychol., 1936.

[2] On trouvera les principes sur lesquels repose ce test dans l'article de W. Line, *Growth of visual Perception*. Brit. J. Psychol., mon. suppl., 1931. Le test lui-même n'est pas encore publié.

DE LA STATISTIQUE UNIVERSITAIRE À LA STATISTIQUE MATHÉMATIQUE

A propos d'une récente réforme universitaire italienne, qui range la statistique parmi les matières complémentaires à la Faculté de Droit, on rappelle ici les origines de cette science. On donne des renseignements précis sur la première chaire de statistique fondée en Allemagne au XVII[e] siècle et l'on en résume le programme d'enseignement. On parle ensuite des origines de la démographie, que l'on rencontre dans la période de la statistique universitaire allemande. On rappelle l'opposition entre la méthode numérique de l'arithmétique politique et la méthode expositive de la statistique descriptive, et la première tentative, faite en Italie, pour concilier ce désaccord. On termine en montrant le développement progressif de la statistique, laquelle trouve en Quetelet un grand maître qui, bien qu'étant mathématicien, met la statistique à la portée de tous.

Une réforme scolaire introduite en Italie par le Ministre de l'Éducation Nationale, par décret du 28 novembre 1935, a supprimé l'autonomie didactique universitaire, en faisant la distinction entre enseignements fondamentaux et enseignements complémentaires, tandis que l'on créait la Faculté de sciences statistiques, démographiques et des assurances, où la statistique occupe une place de première importance. A la Faculté de Droit, à côté de 17 enseignements fondamentaux dont l'examen est rendu obligatoire pour les étudiants, ont été placés 7 enseignements complémentaires, parmi lesquels les étudiants ont la liberté d'en choisir trois pour compléter la liste des examens prescrits.

Parmi les matières complémentaires a été comprise la statistique qui, avant la réforme, était du nombre des matières obligatoires. On a critiqué cette mesure. Mais ses partisans ont mis en évidence que si, avec le nouveau règlement des études universitaires, la statistique a presque disparu de la Faculté de Droit, il faut en attribuer dans une certaine mesure la responsabilité aux professeurs de statistique eux-mêmes qui, depuis quelques années, se sont presque tous complus à donner à leur enseignement un contenu d'analyse mathématique, alors qu'il est notoire que les étudiants de cette Faculté n'ont pas la préparation nécessaire.

Cette tendance rigidement mathématique, en contraste criant avec les leçons classiques tenues à l'Université de Rome par un insigne maître de la statistique italienne, Angelo Messedaglia, jusqu'à la fin du siècle dernier, me fait me souvenir du premier enseignement de la statistique dans les Universités allemandes des XVII[e]-XVIII[e] siècles, enseignement qui marqua la préparation théorique de la nouvelle science. Et ce souvenir historique ne déplaira pas aux lecteurs d'une Revue internationale.

***

Hermann Conring, né à Norden (Prusse) en 1606, fut nommé professeur à l'Université de Helmstädt en 1632, et enseigna successivement philosophie, médecine, politique. Le plus illustre de ses élèves a pu dire de lui: *Oceanus ille omnis fere eruditionis, in quo natura experta esse videtur, quid*

possit producere.[1] En 1660, il commença un nouveau cours, auquel il donna la dénomination de *Notitia rerum publicarum*, et dans lequel il se proposait de décrire systématiquement la vie des États, telle qu'elle se présentait alors à l'observation des hommes d'étude.

On sent chez cet écrivain l'influence d'Aristote. Son ouvrage, après une *exercitatio* historico-politique, sur l'origine de la connaissance des États, et un *proemium*, passe à l'examen des choses publiques, en divisant l'étude selon le système scolastique des quatre causes: la *causa materialis*, qui donne connaissance du territoire et de la population; la *causa formalis*, qui explique la forme de gouvernement et la façon dont sont ordonnés les pouvoirs publics; la *causa efficiens*, qui parle du souverain et des fonctionnaires publics, et fournit les données de la force armée et de la marine; enfin la *causa finalis*, qui précise le but de l'État et indique les moyens aptes à atteindre ce but. Les leçons de Conring, très appréciées, furent recueillies et publiées, et constituèrent le quatrième volume de ses Œuvres, qui parurent à Brunswick en 1730, en six volumes, par les soins de J. W. Goebel. Le quatrième volume est exactement intitulé « Leçons sur la nouvelle discipline, la *Staatskunde, Notitia rerum publicarum* ».[2]

La doctrine enseignée par Conring se résumait en la science politique du moment actuel, mais son mérite fut de l'avoir maintenue distincte de toutes les autres disciplines, spécialement de la géographie et de la politique, avec lesquelles on confondait généralement alors les descriptions des États. Conring était un homme très savant: il reconnaît en Aristote son précurseur et son maître, et il rappelle, parmi les Italiens, Sansovino et Botero.

Francesco Maria Sansovino avait publié à Venise, en 1561, un ouvrage sur le *Governo di diversi regni e repubbliche così antiche come moderne*, dans lequel il s'était servi des matériaux fournis par les ambassadeurs et les consuls de la république de Venise, pour décrire les productions, le commerce, les arts, les gouvernements, les armées, les finances, les habitants de 21 États d'Europe, d'Asie et d'Afrique. L'ouvrage fut accueilli avec tant de faveur qu'il s'en fit, en quelques années, cinq éditions.

Giovanni Botero, lui, publia sur la fin du XVI[e] siècle ses *Relazioni universali:* la première partie parut à Rome en 1591, la seconde en 1592, la troisième en 1595, la quatrième à Venise en 1596; une cinquième partie a été retrouvée par C. Gioda à la Bibliothèque Nationale de Turin et publiée à Milan en 1895, c'est-à-dire trois siècles plus tard. Dans ces « Relazioni » est faite une description statistique, géographique, économique, administrative, des principaux pays du monde. Botero avait recueilli ses renseignements durant son séjour à Rome, de 1586 à 1599, où il entretint des rapports d'amitié avec des personnages éminents et où il put consulter les messages que prédicateurs et missionnaires envoyaient régulièrement, de toutes les parties du monde, à la Cour papale. L'ouvrage fut aussitôt traduit en latin, en espagnol, en français, en allemand.

Conring s'arrête longuement sur la population, avec des recherches pénétrantes et des méditations morales; toutes ses patientes investigations démographiques, économiques, politiques ont pour objectif le bonheur des

[1] La phrase est attribuée à Achenwall, qui fut professeur à l'Université de Goettingue, et elle est rapportée par JOHN, *Geschichte der Statistik*, Stuttgart, 1884, I, 52.

[2] Toute la théorie de Conring a été fidèlement exposée par JOHN, *op. cit.*, I, 57-72.

peuples. Son mérite est double: d'abord, il a introduit un ordre systématique dans ce genre de descriptions et préparé les grandes lignes d'une nouvelle doctrine scientifique; en second lieu, il a donné à l'enseignement une impulsion puissante, à tel point qu'il est permis de dire qu'il a vraiment « fait école ».

Conring eut beaucoup de disciples, qui répandirent dans diverses Universités allemandes sa méthode d'investigation, et il eut aussi des imitateurs en Suisse, en Hollande, en France, en Angleterre. Martin Schmeitzel, professeur à l'Université d'Iéna en 1721, passa dix ans plus tard à celle de Halle, où il ouvrit (en 1733) un cours intitulé *Collegium politicum-statisticum;* après un exposé des principes généraux de la doctrine, il donnait la notion et les éléments descriptifs des divers États d'Europe. Le mot « statistique » entre dans l'enseignement supérieur comme adjectif: nous le trouverons bientôt en habit de substantif.

Gottfried Achenwall suivit de 1738 à 1742 les leçons de philosophie et de jurisprudence aux Universités d'Iéna, de Halle et de Leipzig; de 1743 à 1746, il fut précepteur des enfants du chancelier Gersdorf à la Cour de Dresde; en 1746, il enseigna l'histoire et le droit naturel et des gens à l'Université de Marbourg, et en 1748 il commença à Goettingue un cours de *Notitia rerum publicarum*. Cette même année — pour préciser, le 7 septembre 1748 —, Achenwall défendit la nouvelle doctrine contre les accusations des critiques et les appréhensions des Conseillers secrets, qui redoutaient les révélations des faits politiques: ils estimaient périlleux de faire connaître au public les conditions économiques et la force militaire de l'État. En 1749 fut publié à Goettingue son cours,[1] où il est question d'une « science d'État » et où il est dit expressément que l'on peut aussi donner à la nouvelle doctrine « le nom, non inusité, de *statistique* ». C'est la première fois que nous rencontrons dans l'enseignement universitaire ce substantif, dérivé du mot latin *status* et du mot italien, qui lui a succédé, *stato*, pris dans le sens d'agrégat politique.

A l'origine, la statistique s'occupait des choses notables d'un ou de plusieurs États; Achenwall dit, dans l'introduction de son cours, qu'on pouvait aussi l'appeler « science historique de l'État », pour la distinguer de la « science philosophique de l'État », c'est-à-dire de la véritable et propre science d'État. Tout l'ouvrage était consacré à décrire un à un les États de l'Europe, en en examinant les vicissitudes historiques, le climat, l'extension, les produits, le nombre et le caractère des habitants, les classes sociales, les fonctions politiques et ecclésiastiques, les tribunaux, les finances, les forces de terre et de mer, le mouvement commercial.[2]

[1] G. ACHENWALL, *Abriss der Staatswissenschaft der europäischen Reiche*, Göttingen, 1749. Dans la seconde édition, publiée en 1752, l'auteur modifia ainsi son titre: *Staatsverfassung der europäischen Reiche und Völker*. Quatre autres éditions virent le jour de 1756 à 1781.

[2] On a beaucoup discuté sur la paternité du mot « statistique ». Une autorité incontestable, Rümelin, écrit: « Le véritable fondateur de la statistique comme branche de science distincte est considéré être G. Achenwall, qui usa le premier du terme de statistique, bien qu'il ne l'ait inscrit ni dans le titre ni dans le texte de ses leçons »: *Statistik*, dans le *Handbuch der politischen Oekonomie* de Schönberg, Tübingen, 1882, II, 467. Dans la *Cyclopaedia of political Science* imprimée à Chicago en 1884, Bloch écrit qu'Achenwall « established this science and gave it a name », III, 812. Au contraire, le *Handwörterbuch der Staatswissenschaften*, Jéna, 1890, I, 22, ne reconnaît en Achenwall ni le père ni le fondateur de la statistique.

Achenwall, homme de méthode, réduisit en système les idées et les théories de Conring; pour lui aussi, la statistique était la science de l'actualité et, comme telle, elle venait prendre place entre l'histoire, qui est la science du passé, et la politique, qui est la science du futur.

***

Dans la même période de temps où la statistique universitaire s'affirmait, dans la méthode descriptive, comme doctrine politique, un pasteur protestant consacrait ses recherches à la statistique de la population et devenait un précurseur de la démographie moderne. C'était Johann Peter Süssmilch, aumônier militaire, homme de grande intelligence, très cultivé en jurisprudence, médecine, théologie, sciences naturelles, comme tous les savants encyclopédiques de cette époque. Il publia en 1741 un ouvrage qui a mérité de devenir classique: « L'ordre divin dans les mutations du genre humain, prouvé par les naissances, les morts et les reproductions des hommes ».[1] Cet ouvrage est resté presque ignoré jusqu'en 1761, date où il fut tiré de l'oubli par une seconde édition, que d'autres suivirent.

Süssmilch divise son traité en deux parties: la première contient l'exposé théologico-philosophique des principes qui doivent régler la propagation du genre humain; la seconde prétend être la démonstration expérimentale, la vérification statistique de la première. On peut discuter la rigueur de la méthode suivie, méthode qui peut devenir périlleuse dans l'interprétation des faits; mais, laissant de côté la première partie, qui est purement théorique, on a le devoir de remarquer que, dans le développement de la seconde, qui intéresse les statisticiens, l'auteur ne s'est nullement laissé suggestionner par les idées préconçues formulées dans la première, mais qu'il a observé objectivement les phénomènes démographiques, recueillant un grand nombre de faits et élaborant ces riches matériaux avec une intuition merveilleuse. Il ne se borne pas à relever et ordonner le nombre des naissances, des décès, des mariages, mais, sur les éléments recueillis, il entreprend les calculs les plus soignés, aux fins de découvrir les *lois* qui régissent ces phénomènes; et constatant que ces lois, ou normalités, se répétent tous les ans, ce qui permet de prévoir avec une approximation suffisante les événements futurs, Süssmilch, en bon théologien, attribue cet ordre de reproduction à la divinité, d'où le titre de son livre. Frappé d'une si grande régularité dans les phénomènes humains, il voit dans la population « une armée que l'Éternel fait défiler dans le temps, en quelque sorte devant ses regards », et il écrit des pages inspirées, qui peuvent se citer aujourd'hui encore sans qu'elles perdent rien de leur fraîcheur littéraire ni de leur rigueur scientifique.

Revenons à la statistique universitaire. En 1781 succéda à Achenwall, comme professeur à l'Université de Goettingue, son élève August Ludwig von Schlözer, homme de grand savoir, qui sut interpréter mieux que tout autre la pensée du maître et le défendit avec beaucoup de chaleur contre les accusations dont il avait été l'objet en ce qui concernait la notion, les fonctions et la finalité de l'État. Journaliste et écrivain de choses politiques, historien et géographe, Schlözer ne s'écarte guère de la conception d'Achenwall: il s'arrête, lui aussi, sur les « choses notables de l'État », et, moins réaliste que son maître, il répartit la matière selon la formule: *vires unitae*

[1] L'ouvrage est toujours cité par les trois premiers mots du titre, *Die göttliche Ordnung*, qui résument d'ailleurs la conception de l'auteur.

agunt. Les *vires* se déploient dans la population, le territoire, la production et la monnaie; l'adjectif *unitae* rappelle l'union politique et résume les notions relatives à la constitution de l'État; enfin, l'*agunt* explique l'action de l'État, qui se concrète dans l'administration et le gouvernement.

Le principal mérite de Schlözer est d'avoir eu la vision d'une théorie de la statistique séparée et distincte de ses applications: l'*exercitatio* de Conring, l'*introduction* d'Achenwall acquièrent pour lui importance et dignité de science. Il n'a pas, pour les chiffres, le mépris de quelques-uns de ses collègues, il s'intéresse à la statistique officielle, et c'est par lui que l'on fait commencer la statistique historique. On connaît son aphorisme sur les rapports entre la statistique et l'histoire: « La statistique est une histoire en repos, l'histoire est une statistique en mouvement ». Le fait que, lui aussi, il a limité à l'observation du présent le rôle de la statistique a certainement nui à sa renommée, mais il lui est resté le mérite de l'avoir su efficacement vulgariser.

***

Nous avons parlé de la statistique universitaire allemande, c'est-à-dire d'une contribution notable apportée à la préparation théorique d'une doctrine qui était en voie de formation; mais il ne faut pas oublier que la statistique, en tant que récolte des matériaux, est née en Italie. Dans l'antiquité, Rome procédait régulièrement au recensement, qui est l'opération typique de la statistique démographique; durant le moyen âge, les Communes italiennes instituèrent les bureaux d'état civil, avec les registres de la population, et les ambassadeurs de la répubblique de Venise envoyaient de toutes les parties du monde des relations géographico-politiques avec données de statistique démographique et économique de haut intérêt; au début de l'ère moderne, deux écrivains italiens, Sansovino et Botero, dûment rappelés par Conring dans ses leçons à l'Université de Helmstädt, coordonnèrent dans leurs ouvrages les données recueillies aux siècles précédents.

Née en Italie, partie toute jeunette, comme l'a fait remarquer Aristide Gabelli, [1] grandie ailleurs, la statistique devait revenir chez nous adulte, et changée d'aspect. Tandis que se répandait en Allemagne la statistique universitaire, de caractère descriptif, naissait en Angleterre l'arithmétique politique, qui soumettait au calcul les données statistiques des naissances, des décès, des mariages, et construisait les premières tables de mortalité.

La tendance mathématique, ayant pénétré en Allemagne, y soulevait de vives oppositions. Les professeurs allemands se considéraient comme les tenants d'une statistique élevée et vivante, et voyaient dans les constructeurs de tables arithmétiques les esclaves d'une statistique vulgaire et cadavérique. La prévalence des chiffres, la diffusion des tables signifiaient, pour les universitaires, la représentation matérielle des divers aspects de la vie nationale dans la langue muette des nombres, sans le concours imagé et l'illustration de la parole. Il y eut des appréhensions soudaines, que le développement progressif de la science devait calmer. Les chiffres de la statistique ont un langage que tout le monde ne comprend pas, tout comme les signes de la musique, et ils ont besoin que les esprits techniciens leur ouvrent la bouche pour les faire parler.

Et c'est en Italie que commença un mouvement de conciliation entre les deux tendances. Justement au début du XIX[e] siècle, en 1803, Melchiorre

[1] A. GABELLI, *Gli scettici della Statistica:* dans « Archivio di Statistica », Roma, 1877.

Gioia publia un petit volume de *Logique statistique*, où le langage concret des faits se substitue aux méditations abstraites, et quatre ans après, nommé directeur du premier bureau de statistique établi à Milan par le gouvernement napoléonien, il prépara les *Tableaux statistiques* qui, publiés en 1808, furent un événement par la pénétration de l'analyse qui les accompagnait, et se traduisaient en une anatomie du corps social.

En 1807-08, Luca de Samuele Cagnazzi enseigna la statistique à l'Université de Naples. Quelques années plus tard, en 1814, le même enseignement commença dans les deux Universités de Padoue et de Pavie, où il se poursuivit sans interruption: la Lombardo-Vénétie, après la chute de Napoléon, était retombée sous le joug de l'Autriche, et dans les deux Universités de cette région avait été introduit le programme des Universités allemandes.

***

Schlözer et Süssmilch avaient contribué à détacher la statistique de toutes les autres branches du savoir et à en faire une doctrine autonome; en Italie se préparait l'accord entre la méthode historico-descriptive et la méthode mathématico-investigatrice; et peu d'années après, en Belgique, arrivait à l'âge mûr un homme de génie, qui sut magnifiquement utiliser ces diverses contributions, les compléter avec ses recherches personnelles et former un tout organique, en donnant à la description des uns et aux intuitions des autres la rigueur de l'observation méthodique et de la démonstration mathématique. C'était Adolphe Quetelet, qui, après divers mémoires parus dans des recueils académiques et dans des revues scientifiques, publia en 1835 sa *Physique sociale*, expression dans laquelle est résumée tout le système de l'auteur. Il ne voit pas, dans les faits sociaux, une nature différant de celle des phénomènes physiques, il trouve que tous obéissent à la même nécessité; il accepte l'ordre révélé par Süssmilch dans les phénomènes démographiques et l'étend, avec une plus grande abondance d'observations et de groupements homogènes, à d'autres catégories morales et intellectuelles, substituant à la volonté divine les lois de la nature.

Quetelet avait passé son doctorat en mathématiques, avait perfectionné ses études à Paris, où il se lia d'amitié avec les plus grands mathématiciens du temps; il fit fonder à Bruxelles l'observatoire astronomique, dont il devint directeur. Et il sut admirablement appliquer à l'interprétation des faits sociaux l'analyse algébrique et la courbe géométrique. Mais son livre est lu, étudié, compris aussi par les non mathématiciens, parce qu'il est le maître qui sait communiquer son savoir et veut répandre sa doctrine sans faire étalage de formules, sans se perdre dans les dédales inextricables des équations à n inconnues. Il développe la théorie des probabilités appliquée aux sciences morales et politiques dans une série de lettres au duc régnant de Saxe-Cobourg, et ces lettres ont été appréciées par les hommes d'étude comme un traité de logique inductive basée sur le calcul, exposé avec une grande simplicité de forme, mais avec profondeur d'argumentation.

Siena, R. Università.

FILIPPO VIRGILII

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUPPLÉMENT

'Traductions Françaises

des articles dont le texte original n'est pas en langue française.

(Chaque traduction a été revisée par l'Auteur).

OXYDATION ET RÉDUCTION

Des réactions dans lesquelles interviennent les phénomènes d'oxydation et réduction étaient connues déjà dans les temps les plus reculés; ce n'est toutefois qu'à partir des travaux exécutés par Lavoisier aux environs de 1775 qu'elles ont reçu une explication correcte. Au début, oxydation et réduction furent considérées comme le résultat ou d'une absorption ou d'une cession d'oxygène, mais des découvertes ultérieures ont prouvé qu'un tel raisonnement était par trop simpliste. A l'heure actuelle on a distingué trois types de réactions d'oxydation-réduction et dans plusieurs d'entre elles la participation des électrons est envisagée comme une chose probable. Les pouvoirs oxydant et réducteur peuvent être exprimés quantitativement au moyen de mesures de force électromotrice. On a démontré que des potentiels typiques d'oxydation-réduction (potentiels « redox ») peuvent même se manifester en dehors de toute présence d'eau. Les réactifs dénommés « indicateurs redox », qui changent de couleur pour de faibles variations du potentiel redox, commencent à jouer un rôle important en chimie analytique.

1. - Formant par leur ensemble un groupe important, des phénomènes s'apparentent à ceux qui, en chimie, sont connus sous la dénomination de réactions d'oxydation et de réduction. Parmi eux figurent la combustion des combustibles, — origine de la plupart des formes sous laquelle l'énergie est utilisée dans la civilisation moderne —, la réduction des métaux à partir des minerais au cours de la fonte, les processus vitaux de la respiration et de l'activité musculaire, ainsi qu'un certain nombre de réactions de moindre importance. Pour la plupart, ces manifestations étaient déjà connues dès la plus haute antiquité;[1] cependant leur explication correcte ne remonte qu'à une époque relativement récente; quelques-unes d'entre elles toutefois restent, même encore à l'heure actuelle, incomplètement expliquées. Lorsqu'un combustible, — bois, charbon de bois ou soufre —, brûle, la production de feu accompagne la modification chimique. Les idées anciennes sur la cause de ce phénomène sont vraiment singulières. A l'origine on pensa qu'il existait un élément dénommé « *feu* » et que celui-ci jouissait de la propriété de dévorer les autres corps et de les transformer eux aussi en feu. Puis, les alchimistes prétendirent, que les corps combustibles renfermaient un certain principe, dénommé par eux « *soufre* », qui leur conférait cette propriété; Becher en 1669, lui substitua une terre hypothétique, la « *terra pinguis* »; cette conception fut alors mise au point et transformée en théorie par Stahl qui donna, lui, au principe combustible le nom de « *phlogistique* ».[2] La transformation des métaux en corps dénommés « *chaux* » ou « *terres vitrifiables* » avait été reconnue comme étant l'analogue d'une combustion; du fait que les dites chaux étaient converties en métal par chauffage avec

[1] PARTINGTON, *Origins and Development of Applied Chemistry*, Londres (Longmans, Green and Co.), 1935.

[2] J. R. PARTINGTON et D. MCKIE, *Historical Studies on the Phlogiston Theory*, Parts I and II, « Annals of Science », Londres (Taylor et Francis), 1937, *2*, p. 361; 1938, *3*, p. 1.

des corps combustibles, il parut alors rationnel d'admettre qu'au cours de cette réaction le phlogistique était transféré de la matière combustible à la «terre» ou chaux: en conséquence le métal était donc un composé de chaux et de phlogistique. L'explication rigoureuse de ces phénomènes eût pu déjà être déduite des expériences et des théories de Hooke (1665) et de Mayow (1674): expérimentalement, ceux-ci avaient prouvé qu'au cours de la combustion, de la calcination et de la respiration, quelque chose était prélevé sur l'air; [1] la théorie du phlogistique n'en persista pas moins jusqu'à la fin du dix-huitième siècle.

2. - L'explication exacte de la combustion, de la calcination et de la respiration survint en même temps que le grand bouleversement opéré en chimie par Lavoisier [2]; elle prit corps en 1775, devint possible à la suite des expériences de Black, Priestley et Cavendish, et trouva sa justification dans la rigoureuse méthode expérimentale d'analyse quantitative imaginée par Lavoisier lui-même. [2] La nouvelle doctrine admettait les postulats suivants: au cours de la combustion, de la calcination ou de la respiration, se forme une combinaison absorbant de l'oxygène; la réduction est le phénomène inverse au cours duquel se produit un départ d'oxygène: ce gaz est par excellence l'« auxiliaire de la combustion ». Cette théorie dut cependant se modifier à la suite des travaux de Davy: celui-ci démontra en effet que d'autres éléments, tels le chlore, étaient susceptibles de se comporter en « auxiliaires de la combustion »; c'est ainsi que fut fait le premier pas vers la théorie étendue et généralisée des phénomènes d'oxydation et de réduction qui a cours encore actuellement.

3. - Un des dogmes de l'alchimie était le suivant: les propriétés, dites spécifiques, des métaux, — éclat, densité élevée, malléabilité —, provenaient de ce qu'en eux existait un certain principe qu'on dénommait « *mercure* »; cependant lorsque la disparition des caractéristiques métalliques était attribuable à la combinaison avec l'oxygène, élément non métallique, nombreux étaient les chimistes qui sentaient que pareille explication était somme toute peu convaincante. Dans la théorie moderne des métaux, ceux-ci sont supposés constitués d' « *ions* » chargés positivement et d' « *électrons* » négatifs. Les ions positifs subsistent dans les oxydes et les sels métalliques, où ils se trouvent associés aux ions à charge négative de l'oxygène ou des radicaux acides; dans le métal la place qu'occupait ces derniers est alors prise par les électrons:

$$(Me^{++} + 2e_-) + O = Me^{++} + O^{--}$$

Il devient alors manifeste que les propriétés spécifiques des métaux sont dues aux électrons et qu'en somme, dans l'ancienne théorie du phlogistique, il y a un fonds de vérité: en effet, substituons au phlogistique les électrons, nous constatons alors qu'un métal peut être considéré comme un corps complexe, formé par l'association d'ions positifs (persistant dans les chaux ou oxydes) et d'électrons négatifs. Il est intéressant de remarquer que les métaux les plus avides d'oxygène, tels ceux de la série alcaline, sont aussi ceux qui sont les plus prompts à émettre des électrons par exposition aux rayons lumineux de faible longueur d'onde.

[1] PARTINGTON, *A Short History of Chemistry*, Londres (Macmillan) 1937, p. 65 et suivantes.

[2] MCKIE, *Antoine Lavoisier*, Londres (Victor Gollancz), 1935.

4. - Au cours de la mise au point de la théorie de la dissociation électrolytique, proposées par Arrhénius en 1887, une autre conception des phénomènes d'oxydation et réduction basée, elle, sur les variations de charges électriques des ions, prit corps. Un sel de fer dans un état d'oxydation faible, par exemple du sulfate ferreux, se trouve par oxydation transformé en sulfate ferrique, sel de fer correspondant à un état d'oxydation supérieure. Si l'on considère des oxysels, pareille transformation peut-être expliquée par la théorie de Lavoisier; les deux sels peuvent en effet être représentés au moyen de formules tenant compte de ce qu'ils sont composés d'un oxyde de fer, plus ou moins faible ou fort, et de l'anhydride d'un même acide:

$Fe\ O\ .\ SO_3$	$Fe_2\ O_3\ .\ 3\ SO_3$
Sulfate ferreux	Sulfate ferrique

Le même phénomène peut cependant se manifester en l'absence d'oxygène, par exemple sous l'action du chlore:

$Fe\ Cl_2$	$Fe\ Cl_3$
Chlorure ferreux	Chlorure ferrique

Les sels étant électrolytiquement dissociés en ions, *les réactions peuvent alors être considérées ainsi: l'oxydation, transformation accroissant la charge positive d'un ion; la réduction, phénomène inverse, au cours duquel cette charge positive de l'ion se trouve réduite.* L'action du chlore, par exemple, est la suivante:

$$Fe^{++} + Cl = Fe^{+++} + Cl^-$$

Simultanément le chlore est réduit: il acquiert en effet en passant à l'état d'ion une charge négative. Cette transformation illustre la caractéristique, commune à toutes les réactions d'oxydation-réduction, que l'oxydation se trouve toujours associée à une réduction et *vice-versa*. Un autre exemple d'oxydation ionique est la transformation de l'ion ferrocyanure $Fe\ (CN)_6^{----}$, possédant 4 charges négatives, en ion ferricyanure $Fe\ (CN)_6^{---}$, n'en ayant plus que trois (une réduction de la charge négative équivaut à une augmentation de la charge positive, c'est-à-dire à une oxydation). La charge positive d'un ion se trouve donc accrue par la disparition d'électrons négatifs, et diminuée par addition d'électrons négatifs: on voit alors qu'une très simple interprétation de ces réactions découle de la théorie moderne de la structure atomique. Dans celle-ci l'atome est supposé constitué d'un noyau positif environné d'électrons négatifs, le nombre de ces derniers étant susceptible de se réduire ou de s'accroître entre certaines limites définies:

$$Fe^{+++} + e_- \rightleftharpoons Fe^{++} \quad .$$

La réaction est réversible et nous pouvons admettre qu'en solution il s'établit un équilibre pour une très faible concentration d'électrons libres:

$$[e_-] = k\frac{[Fe^{++}]}{[Fe^{+++}]}$$

Si une lame de platine est plongée dans le liquide, les électrons libres du métal, du platine en l'occasion, devront parvenir à être dans un rapport déter-

miné avec ceux de la solution; ces concentrations étant généralement différentes, il y aura une nouvelle répartition des concentrations en électrons, le métal acquerra une charge électrique et se trouvera porté à un potentiel différent de celui de la solution. De tels potentiels d'oxydation-réduction, dénommés couramment « *potentiels redox* », sont mesurables par les méthodes usuelles: ils fournissent alors une mesure des pouvoirs oxydant ou réducteur du réactif en solution. Ce résultat extrêmement important a été l'œuvre d'Ostwald et les premières mesures de potentiels redox ont été exécutées par Bancroft.[1]

5. - Avant de passer à l'examen des potentiels redox il y a lieu de faire remarquer que la conception ionique d'oxydation et réduction ne trouvera qu'une utilisation minime dans un grand nombre des réactions de chimie organique: les composés du carbone, en effet, ne se trouvent généralement pas ionisés. Par exemple, dans la transformation de l'alcool, C_2H_6O, en aldéhyde, C_2H_4O, l'explication la plus simple de l'action d'un agent oxydant, tel que l'acide chromique, est que ce dernier soutire de l'hydrogène à la molécule oxydée:

$$C_2H_6O + O = C_2H_4O + H_2O$$

Cette extraction d'hydrogène peut résulter de l'action de l'oxygène, auquel cas il se forme de l'eau, mais il n'y a pas là une nécessité rigoureuse: en ce sens, on peut alors définir l'oxydation comme une cession, la réduction comme une absorption, d'hydrogène. La transformation de quinone en hydroquinone peut servir d'exemple:

$$\underset{\text{quinone}}{C_6H_4O_2} + 2H = \underset{\text{hydroquinone}}{C_6H_4\ (OH)_2}$$

Une telle réaction peut s'établir avec un potentiel redox réversible à la condition que l'hydrogène se déplace sous forme d'ions; aussi l'électrode dite « *électrode quinhydrone* » est-elle maintenant largement utilisée pour mesurer les concentrations en ions hydrogène:

$$C_6H_4O_2 + 2H^+ + 2e_- \rightleftharpoons C_6H_4\ (OH)_2$$

Les potentiels d'une seule électrode ne peuvent cependant pas se mesurer; aussi est-il nécessaire de conjuguer l'électrode quinhydrone ou quelqu'autre électrode redox, avec une deuxième de caractéristiques constantes: dans les solutions aqueuses c'est généralement l'électrode dite « *au calomel* »: Hg, HgCl, KCl en solution; dans les solutions non-aqueuses, celle-ci a été remplacée par une autre: Ag, AgCl en solution. La combinaison des deux électrodes constitue alors une pile.

6. - Dans la discussion qu'il a entreprise sur les potentiels redox, Ostwald a souligné le fait que tout agent réducteur pourrait, tout au moins théoriquement, être remplacé par du gaz hydrogène, tout agent oxydant par du gaz oxygène, à condition que ces gaz aient des pressions appropriées.

[1] S. GLASSTONE, *Electrochemistry of Solutions*, Londres (Methuen), 2e édition, 1937; S. GLASSTONE et A. HICKLING, *Electrolytic Oxidation and Reduction*, Londres (Chapman et Hall), 1935; L. MICHAELIS, *Oxydations-Reduktions-Potentiale*, Berlin (Julius Springer), 2e édition, 1933; L. MICHAELIS, *Oxidation-Reduction-Potentials*, traduit par L. B. FLEXNER, Philadelphie et Londres, 1930; I. M. KOLTHOFF et N. H. FURMAN, *Potentiometric Titrations*, New-York, 2e édition, 1931.

Dans une solution renfermant à la fois des ions ferriques et ferreux, nous pouvons alors admettre les équilibres:

$$Fe^{++} + H^{+} \rightleftharpoons Fe^{+++} + H \quad \text{et} \quad 2H \rightleftharpoons H_2,$$

$$\text{d'où } [H] = k\frac{[H^{+}]\,[Fe^{++}]}{[Fe^{+++}]},$$

formule dans laquelle k est la constante d'équilibre. Par substitution dans l'équation de l'électrode hydrogène nous trouvons immédiatement le potentiel redox:

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{[Fe^{+++}]}{[Fe^{++}]},$$

ou, d'une façon générale, en remplaçant $[Fe^{++}]$ par $[Red]$ et $[Fe^{+++}]$ par $[Ox]$:

$$E = E_0 + \frac{RT}{yF} \ln \frac{[Ox]}{[Red]}$$

Dans cette équation on a:
R, constante des gaz,
T, température absolue,
y, indice de transfert de charge ($y=1$ pour la réaction $Fe^{++} = Fe^{+++} + e_-$),
F, charge en ions par équivalent-gramme, ou faraday.

La valeur de E_0 devient celle du potentiel redox lorsque $[Red]=[Ox]$, par suite de ce que $\ln \frac{[Ox]}{[Red]}$ devient nul. Les courbes expérimentales représentent les valeurs du potentiel redox pour un système particulier,[1] et la forme en S des courbes est caractéristique pour tous les systèmes réversibles d'oxydation-réduction.

Dans une formule plus rigoureuse, les concentrations des ions sont à remplacer par ce qu'on appelle leurs *activités*, les électrolytes ne suivant pas la simple loi d'action de masse utilisée pour établir les équations d'équilibre ci-dessus. Des potentiels redox ont été récemment étudiés de ce point de vue précis: c'est le cas du système des ions des sels faibles et forts du thallium: $Tl^{+} \rightleftharpoons Tl^{+++} + 2e_-$, pour lesquels $y = 2$ dans la formule précédente.[2]

7. - Les formules dont il vient d'être question supposeraient en somme que les ions hydrogène soient susceptibles de jouer un rôle dans tous les phénomènes d'oxydation-réduction; Wieland a même été jusqu'à admettre que toutes les oxydations résultaient d'une cession d'hydrogène. En vue de rendre ce schéma applicable à tous les phénomènes d'oxydation-réduction

[1] J. R. PARTINGTON et J. W. SKEEN, *Oxidation-Reduction Potentials in Non-aqueous Solutions*, Parts I et II, « Trans. Faraday Society », 1934, *30*, p. 1062; 1936, *32*, p. 975.

[2] J. R. PARTINGTON et H. I. STONEHILL, *The Thallous-Thallic Oxidation-Reduction Potential*, « Trans. Faraday Society », 1935, *31*, p. 1357.

il est souvent nécessaire d'admettre que l'eau joue aussi un rôle; ainsi' dans l'oxydation de l'anhydride sulfureux en anhydride sulfurique sous l'action du gaz oxygène en contact avec de la mousse de platine au rouge vif, on admet que se produisent les réactions suivantes:

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$
$$H_2SO_3 = H_2 + SO_3$$
$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 = H_2O$$

La supposition est osée et, puisque nous montrerons plus bas que les équilibres d'oxydation-réduction peuvent s'établir en l'absence d'eau, ne peut en conséquence être valable d'une façon générale.

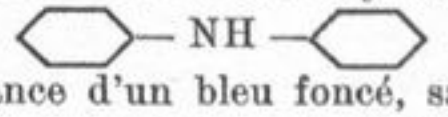
8. - La théorie des potentiels redox qui admet l'intervention de l'hydrogène et des ions hydrogène prenait appui sur quelques expériences de Nernst: celui-ci a montré que de l'intérieur d'une ampoule, à paroi mince de palladium, immergée dans la solution d'un agent réducteur, on peut extraire par pompage de l'hydrogène gazeux. Le palladium est en effet parfaitement perméable à ce gaz; il était ainsi prouvé qu'existaient dans la solution bel et bien des atomes d'hydrogène libres et en état d'équilibre avec des ions hydrogène. Cependant, s'il peut en être ainsi dans le cas de solutions aqueuses, il n'en peut être question dans le cas où il s'agit de solutions différentes, obtenues au moyen de solvants hors d'état de produire de l'hydrogène à l'état libre ou à l'état d'ions. De tels solvants sont la pyridine C_5H_5N, et l'acétonitrile CH_3CN. Dans ces substances il est impossible que l'hydrogène se comporte comme des ions hydrogène. Ces solvants dissolvent les sels anhydres de métaux: si l'on prend par exemple des paires de sels, telles que des chlorures ferrique $FeCl_3$ et ferreux $FeCl_2$, ou bien des thiocyanates cuivrique $Cu(CNS_2)$ et cuivreux Cu (CNS), il devient possible de constituer des piles; celles-ci donnent des potentiels redox réversibles et on démontre que ces derniers décrivent les courbes-types [1] suivant les différents rapports de $\frac{[Red]}{[Ox]}$. Il semble qu'il soit nécessaire de supposer que, dans de telles solutions, le potentiel redox résulte de ce qu'existent en elles de très faibles concentrations d'électrons libres; il paraît raisonnable d'admettre la même origine pour toutes les solutions, quelles que soient-elles et y compris les solutions aqueuses, donnant naissance à des potentiels redox. Cette opinion est en fait généralement adoptée à présent.

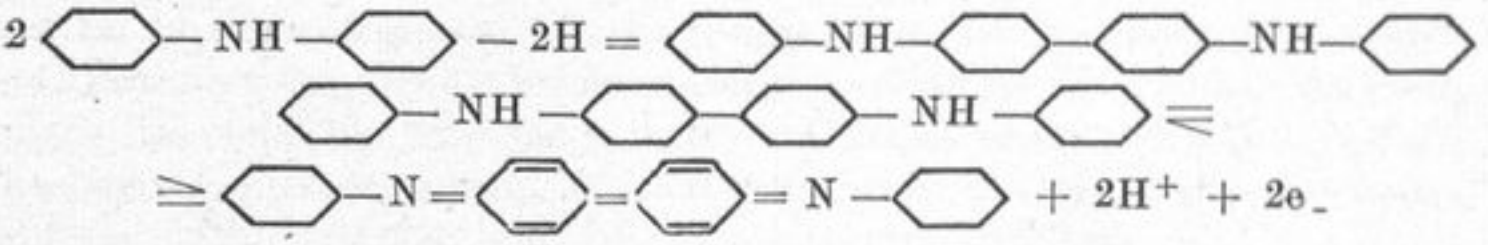
9. - Une grande diversité de phénomènes biologiques met en œuvre oxydation et réduction, phénomènes généralement amorcés par l'effet catalytique d'enzymes particulières: aussi leur étude, du point de vue physico-chimique, offre-t-elle un vaste champ de recherches. Un grand nombre de travaux intéressants et importants ont été déjà effectués dans ce sens; mais la place manque pour les mentionner tous. [2] Dans ce domaine une grosse difficulté provient de ce que de telles transformations sont très peu souvent

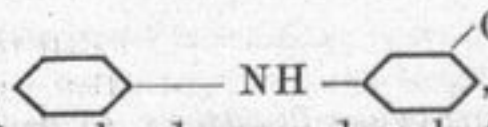
[1] J. R. PARTINGTON et J. W. SKEEN, *op. cit.*

[2] W. M. CLARK et autres, *Studies on Oxidation-Reduction*, « Hygienic Laboratory Bulletin », n° 151, United States Public Health Service, Washington, 1928, et articles plus récents; G. AKERLOF, *Oxidation-Reduction Potentials*, « Tables annuelles de constantes et données numériques », n° 9, Paris (Hermann et Cie), 1937; en outre de nombreux articles récents dans la littérature biologique.

réversibles thermodynamiquement: par suite leur étude par la mesure de potentiels redox offre de grosses difficultés au double point de vue de la réalisation et de l'interprétation des expériences. On a trouvé que, dans de tels cas, il était possible d'obtenir une électrode se trouvant en état d'équilibre dans un système redox: il suffit de faibles additions d'une troisième substance qui soit susceptible de fonctionner comme un système redox réversible, par exemple de faibles additions d'ions ferriques: et on peut s'attendre à ce qu'une étude plus générale de tels « *médiateurs de potentiel* », comme on les nomme, aboutisse à faire rentrer maints systèmes dans la catégorie de ceux qu'il est possible d'étudier par cette méthode des potentiels redox.

10. - Pour terminer il reste à dire un mot sur le développement récent et très intéressant pris par les réactifs dénommés « indicateurs redox ». Un indicateur courant d'acidi- ou d'alcalimétrie change de coloration pour de faibles variations du pH, ou concentration en ions hydrogène, au voisinage de la solution neutre. Cette valeur du pH peut s'exprimer en fonction du potentiel d'une électrode d'hydrogène (par exemple une électrode quinhydrone) plongée dans la solution; par un choix judicieux des indicateurs on peut alors établir une échelle des pH. De même il existe des subtances subissant une modification prononcée de coloration sous l'effet d'une oxydation ou d'une réduction. Ainsi la diphénylamine  se trouve transformée par oxydation en une subtance d'un bleu foncé, sans doute en diphénylbenzidine; celle-ci se comporte tout comme le système quinhydrone-quinone:



En fait les réactifs utilisés comme indicateurs pour les dosages d'acides ou de bases (par exemple le méthylorange) sont eux-mêmes des acides ou des bases faibles dont le changement de coloration se produit lorsqu'est atteinte une concentration en ions hydrogène nettement définie. De même les indicateurs redox sont des agents réducteurs ou oxydants faibles variant de couleur pour des potentiels déterminés, correspondant à une certaine concentration en électrons du système redox. De nombreux réactifs intéressants de ce genre ont été mis au point récemment: la diphénylamine elle-même a été employée pour déterminer le titre en sels ferreux au moyen du bichromate: on additionne alors d'acide phosphorique simplement pour que le changement de coloration ait lieu dans la zone de potentiel qui correspond à une oxydation aussi complète que possible du sel ferreux. L'acide diphénylamino-sulfonique est encore bien préférable. Semblables réactifs sont utilisés en solution acide et le résultat est pratiquement indépendant de l'acidité. Un autre indicateur est l'acide diphénylamino-carboxylique ou acide phénylanthranilique,  , qui possède un potentiel redox de 1,08 Volt. Pour les dosages de sels ferreux par le sulfate de cérium, un très bon indicateur est le xylènecyanol FF. Le sul-

fate triorthophénanthrolinoferreux est un tout nouvel indicateur de redox: son potentiel redox est très élevé: 1,2 Volt. On trouve actuellement sur le marché une bonne variété d'indicateurs redox et l'emploi de ceux-ci s'est montré très profitable en chimie analytique.[1]

Les considérations ci-dessus n'ont pour prétention que de montrer comment l'étude de la réaction d'oxydation-réduction, une des plus anciennement connues, se trouve être à l'heure actuelle un sujet de recherches fructueuses et intéressantes. De plus un autre large champ d'investigation s'ouvre par suite des applications de cette réaction dans diverses branches de la Science.

London, The University.

J. R. PARTINGTON

(Traduit par Ch. Foucault - Nevers).

[1] E. BRENNECKE, *Oxydations-Reduktions Indikatoren,* dans « Neue Massanalytische Methoden » de W. Böttger, Stuttgart (F. Enke), 1935, t. 33; *The Colorimetric Determination of Oxidation-Reduction Balance*, Londres (British Drug Houses Ltd.).

PROBLÈMES ANCIENS ET PROBLÈMES NOUVEAUX DE LA PHARMACOLOGIE

La pharmacologie a pour but la connaissance exacte de l'action exercée sur l'organisme par les médicaments. Cette étude est indispensable pour créer une thérapeutique rationnelle. Les vieilles théories ont fait place à des recherches précises, qui ont montré quel est le sort du médicament dans l'organisme, quelles transformations il y subit, comment il s'absorbe et s'élimine. Les méthodes chimico-physiques ouvrent de nouvelles voies de recherche à la pharmacologie expérimentale. Il est indubitable que l'état de dissociation ionique ou plutôt, selon les vues modernes, celui d'activité ionique, ainsi que les propriétés physiques du remède, mises spécialement en rapport avec la physique moléculaire, contribueront à jeter de nouvelles lumières sur l'action intime du médicament. L'auteur passe en revue d'autres problèmes de la pharmacologie moderne, tels que l'influence exercée sur l'action pharmacologique par certains ions physiologiques, par l'avitaminose, par les radiations, par l'isotopisme, par l'équilibre hormonique, et il conclut que, seule, l'union entre la thérapeutique scientifique et la clinique pourra contribuer au progrès de la médecine.

Dans l'« Encyclopédie italienne », à l'article: *Pharmacologie*, et dans une conférence donnée à l'Ecole d'application militaire de Florence: *Sur le développement historique de la pharmacologie expérimentale*, j'ai parlé brièvement de cette science. Je crois opportun de revenir encore sur le sujet dans cet important périodique, pour expliquer, à beaucoup de gens qui l'ignorent, ce qu'est véritablement la pharmacologie et pour indiquer quelques problèmes qu'elle a déjà résolus ou qu'elle tentera de résoudre dans un avenir prochain.

La pharmacologie est la science qui étudie les *pharmaca*, c'est-à-dire les substances qui, depuis les temps les plus éloignés, ont été utilisées pour soigner les maladies. Et comme, la dose du médicament augmentant, celui-ci peut agir comme un poison, on comprendra que pharmacologie et toxicologie ne soient que deux chapitres d'une même discipline.

La façon intime dont remèdes et poisons agissent sur l'organisme pour, comme disait Hippocrate, *modifier l'état présent*, est restée, bien des siècles, parfaitement obscure et l'est encore, en partie, aujourd'hui. Les théories anciennes, pures spéculations de l'esprit, définissaient les vertus des médicaments par des mots vides de sens: ces vertus étaient *attractives*, *répulsives*, *détersives*, etc., et Molière, dans l'*Amour médecin*, se moquait avec raison du médecin de son temps, qui disait sententieusement que l'opium fait dormir *quia habet virtutem dormitivam*! Mais du temps de Molière vivaient Marcello Malpighi, Francesco Redi, Bellini, et par les soins de ces grands chercheurs, comme par ceux d'autres aussi grands, tels que Boyle, Wepfer, Willis, la pharmacologie expérimentale était déjà née, et déjà les remèdes, poisons et antidotes avaient été administrés aux animaux soit par la bouche soit dans les veines, pour en étudier exactement l'action.

Les résultats expérimentaux que l'on obtenait peu à peu furent, aux siècles suivants, élucidés au moyen des hypothèses que les progrès de la chimie et de la physique paraissaient rendre les plus vraisemblables, car il n'est pas possible à l'homme de se soustraire aux idées qui règnent dans les jours où il vit. Ainsi, du temps de la iatrochimie, quand toutes les manifestations physiologiques et pathologiques semblaient la conséquence de processus chimiques soit normaux, soit altérés, l'action intime du remède

était de régler les fermentations, de corriger l'excessive acidité ou alcalinité des humeurs, de modifier des réactions biochimiques déterminées.

Pour les iatromécanistes au contraire, baconiens et cartésiens, qui ne voyaient dans l'organisme que figure et mouvement, l'action intime du médicament consistait toute à boucher ou ouvrir les pores, tendre ou relâcher les fibres, dilater ou resserrer les vaisseaux, ainsi que dans la forme des particules qui constituaient la substance médicamenteuse.

Les choses ont, aujourd'hui, un peu changé, mais c'est toujours avec les clefs de la chimie et de la physique que nous essayons d'ouvrir la porte de ces mystères.

Un grand progrès dans la connaissance de l'action intime des médicaments est lié à la découverte des alcaloïdes et des autres principes actifs des plantes médicinales, ainsi qu'à la préparation des remèdes synthétiques.

Tant que l'on administrait aux malades des décoctions, des tisanes, des potions formées d'un grand nombre de matières composantes, il était impossible de suivre le médicament dans son voyage à travers l'organisme et d'en connaître exactement le destin. En employant, au contraire, des substances très pures, de composition chimique parfaitement définie, bien des problèmes obscurs sont apparus tout à coup dans une lumière plus claire. On a pu étudier ainsi par quelles voies et avec quelle rapidité le médicament est absorbé, puis expulsé comme substance étrangère. On a vu ainsi que, même injecté directement dans le sang, il peut parfois être éliminé à travers la muqueuse du tube gastro-entérique, pour passer dans le contenu intestinal, et on l'a retrouvé dans les urines, dans le lait, dans les larmes, dans la salive, dans la sueur et, si le remède était volatil, jusque dans l'air expiré. J'ai déterminé moi-même l'élimination de l'alcool par la respiration et j'ai étudié l'influence que la température ambiante exerce sur ce phénomène. Et ici, une fois pour toutes, je prie le lecteur de m'excuser si, pour plus de simplicité et pour ne pas faire étalage d'érudition bibliographique, je me borne dorénavant à rappeler, comme exemple, ce qui a été fait par mes élèves et moi dans notre Laboratoire.

Dans les expériences pharmacologiques que je viens d'indiquer, on a constaté que les remèdes ne se trouvent pas toujours tels quels dans les liquides avec lesquels ils sont explusés, mais qu'ils sortent souvent soit synthétisés avec des substances que l'organisme fournit, soit modifiés de quelque autre manière. Dans les dernières années du siècle écoulé et les premières de celui-ci, les pharmacologistes se sont attachés à étudier ces transformations. Dans une série d'expériences déjà anciennes, j'ai pu démontrer, par exemple, que les éthers β-cétoniques se transforment tous, dans l'organisme, en alcool et acide carbonique, donnant naissance à la cétone correspondante; que l'éther benzylacétacétique donne lieu à la formation d'acide phénacéturique; que l'éther méthylacétique se transforme en butanone; que l'éther diméthylacétacétique passe dans les urines sous la forme de méthylisopropylcétone; que de l'éther benzoylacétique se forme de l'acide hippurique. Ce dernier acide s'obtient aussi en administrant de l'acide benzoïque, parce que celui-ci se synthétise en partie avec le glycocolle fourni par l'organisme. Cette synthèse, comme nous l'avons vu dans notre Laboratoire, est entravée par la grossesse. Un autre exemple de synthèse est celui que j'ai découvert en administrant à des chiens du N-méthylindol qui, par l'union de deux molécules, donne naissance à un indigo vert. Cet indigo, aupa-

ravant inconnu, a été aussi introduit en teinturerie. Bien vrai apparaît donc ce que les iatrochimistes affirmaient, à savoir que l'organisme vivant est un laboratoire chimique riche en merveilleuses énergies.

Les expériences du genre de celles que je viens de rappeler ont fait penser qu'il doit exister un certain rapport entre la constitution chimique du médicament et son action physiologique. Pour le démontrer, de nombreux travaux ont été faits dans la dernière décade du siècle écoulé et dans la première de celui-ci.

Suivant les théories classiques régnant dans ces travaux, on admettait que, dans la dissociation électrolytique d'un médicament, les particules du corps dissous existaient à deux états distincts: molécules non dissociées et ions libres, et c'est à ces derniers que l'on attribuait principalement l'action pharmacologique. Je rappellerai que j'ai moi-même, dès 1900, démontré comment les mercurioamines où le mercure est lié au groupe amidique et, par suite, est plus facilement *ionisable*, sont beaucoup plus toxiques que celles où le mercure est lié au groupe aromatique. En enlevant à la dissolution d'un électrolyte des ions possédant des propriétés pharmacologiques, l'action physiologique de cette dissolution devait nécessairement diminuer. Cela se faisait, par exemple, en ajoutant du chlorure de sodium à une solution de sublimé corrosif. Par l'effet de ce que l'on appelait la *rétrocession ionique*, le coefficient de dissociation de l'ion mercure diminuait, et les ions mercure libres étant en moins grand nombre, on voyait diminuer aussi le pouvoir désinfectant de la solution.

Les théories les plus récentes, fondées sur la conception d'une répartition statistique des forces intérioniques, admettent par contre que les ions doivent toujours être plus ou moins engagés dans des actions d'attraction mutuelle qui varie selon les conditions, et le résultat final de ces considérations thermodynamiques et cinético-statistiques est la propriété que l'on nomme *activité ionique*. Des recherches opérées par nous ont démontré que les propriétés désinfectantes de l'ion mercure, lorsque l'on ajoute au sublimé une solution de chlorure de sodium, diminuent à mesure que diminue le coefficient d'activité, de sorte qu'une action biologique peut être mesurée par un paramètre thermodynamique.

Dans cette direction ont été faites beaucoup d'autres recherches déterminant l'action de certains groupes (éthyle, oxhydrile, groupe amidique, etc.) qui se trouvent dans la molécule, ou en cherchant quelle influence peut exercer la position d'un groupe donné dans la molécule (ortho - méta - para), et ainsi de suite.

Si l'on transporte dans un autre domaine les conceptions de la chimie-physique moderne, apparaît comme très intéressante l'étude de l'action intime du médicament par la confrontation des analogies existant entre action pharmacologique et propriétés physiques du remède, en ayant particulièrement égard à la physique moléculaire. Il ne manque pas de faits démontrant l'influence de la configuration des molécules sur l'action physiologique, mais, tout récemment, une nouvelle contribution à ce genre de recherches a été rapportée par nous, en procédant à l'étude comparative des deux chloroéthylènes cis et trans. La forme cis, qui est plus toxique que la forme trans, possède, différemment de cette dernière, un moment dipolaire et une densité et viscosité supérieures. Du point de vue spectroscopico-moléculaire aussi, les deux dichloroéthylènes isomères se comportent différemment pour leurs

spectres Raman et pour le spectre d'absorption dans l'ultra-rouge, au point de faire penser à la présence, dans la molécule du dérivé trans, d'un centre de symétrie qui manquerait au contraire dans la molécule du dérivé cis. Une telle diversité de symétrie moléculaire pourrait conduire à des conséquences chimico-pharmacologiques dans le sens de la prévision d'une plus grande facilité d'association moléculaire pour le dérivé cis, et cela par des actions purement électrostatiques provenant du potentiel lié au moment électrique, ou par des actions de nature quanto-mécanique capables de perturber les autofonctions de valence. On peut penser alors que la facilité d'association de ce chloroéthylène s'exerce aux dépens de substances d'un intérêt biologique particulier et que c'est de là que vient sa toxicité plus grande. On comprend aisément qu'il s'agit là de problèmes difficiles, où il serait imprudent de généraliser, en se rappelant surtout que les phénomènes vitaux sont très complexes et que l'organisme qui vit n'est pas une simple éprouvette. Toutefois, ces tentatives en vue d'élucider l'action intime du médicament sont intéressantes et donneront certainement, dans l'avenir, des résultats sûrs.

Du même genre sont les recherches que nous avons, durant de nombreuses années, poursuivies dans notre Institut sur les métallo-protéines. Dans un rapport présenté au Congrès de Radiobiologie à l'occasion des cérémonies en l'honneur de Galvani, j'ai longuement parlé de cette question; je n'en dirai ici que deux mots. Lorsqu'un médicament est absorbé, lorsqu'il est entré dans la circulation, le sang l'amène en contact avec les cellules des divers tissus. L'action du médicament est cellulaire. Il existe pourtant une certaine affinité chimique entre les substances qui composent les divers organes et le médicament, lequel ne se distribue pas de façon uniforme dans l'organisme, mais se dépose en quantité plus grande dans certains organes déterminés. Sur cette *électivité* pharmacologique, beaucoup de recherches ont été faites vers la fin du siècle dernier. Le médicament qui se trouve dans les liquides qui baignent les tissus près de la cellule doit pénétrer à travers l'ectoplasme ou membrane cellulaire pour entrer enfin en contact avec le protoplasme, qui est de nature colloïdale. C'est ici, dans ce milieu protéique, que se manifeste son action.

Et voici trois problèmes qui se présentent à l'esprit du pharmacologiste: comment le médicament agit-il sur les liquides qui baignent les tissus et sur leur réaction? quelle influence exerce-t-il sur la perméabilité normale, physiologique de la membrane cellulaire? quelles modifications peut-il apporter à l'état colloïdal de la matière vivante?

L'importance de la réaction du milieu résulte, entre autres, aussi des études sur les métallo-protéines.

Si l'on met un métal finement pulvérisé en contact avec une solution protéique, celle-ci le fixe en une véritable combinaison. Pour des protéines ayant un pH inférieur au pH isoélectrique, le métal forme des composés du type salino-protéique; pour des pH supérieurs, comme ceux que l'on observe normalement dans l'organisme, on a une chute de l'activité ionique du métal, provoquée par des forces moléculaires de caractère statistique. Dans ce cas, les propriétés chimiques et physiques du métal (propriétés ionomagnétiques) sont masquées. La quantité de métal qui se fixe à la protéine et la nature du composé qui se forme sont en un certain rapport avec la température. Ces faits peuvent expliquer pourquoi l'action de quelques narcotiques est en relation avec la réserve alcaline et le pH du sang, et pourquoi des températures très élevées ou très basses peuvent influer sur l'action ou sur le destin des médicaments. En étudiant le comportement de

l'arsenic et du cobalt en forme élémentaire dans les systèmes protéiques, on a vu aussi que la quantité d'arsenic fixée aux protéines est d'autant plus grande que le pH de la solution est plus élevé, tandis que les choses se passent différemment pour le cobalt. En gardant présente à l'esprit la réaction des liquides qui baignent les tissus, on peut jusqu'à un certain point comprendre pourquoi l'arsenic élémentaire apparaît bien plus toxique que le cobalt.

Les iatrochimistes des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles avaient donc raison lorsque, pour expliquer l'action des médicaments, ils attribuaient tant d'importance à l'acidité et à l'alcalinité des humeurs.

Une autre série de problèmes récemment étudiés concerne l'action exercée par les ions qui sont normalement présents dans les liquides de l'organisme. Entre quelques-uns de ces ions on a pu observer un net antagonisme; leur importance pour la marche normale des fonctions organiques les a fait utiliser comme médicaments, par exemple le calcium, comme déprimant des centres nerveux, comme coagulant du sang, comme nécessaire à la calcification tant des os que des processus tuberculaires. Mais on a aussi démontré que l'absence ou la prépondérance de quelques-uns de ces ions entrave ou modifie l'action pharmacologique d'autres substances: en l'absence du calcium, la digitale ne manifeste pas ses effets caractéristiques sur le cœur.

On a, de nos jours, trouvé de très importants médicaments dans les hormones et les vitamines. Il n'est pas possible de traiter en quelques mots cette thérapeutique nouvelle; je me bornerai à rappeler qu'un vaste champ d'investigations s'ouvre encore à la pharmacologie expérimentale dans l'étude de l'influence que l'avitaminose et l'hypervitaminose peuvent exercer sur l'action des médicaments. Qu'il suffise de citer comme exemple l'influence de la vitamine D sur l'utilisation du calcium dans l'organisme. L'étude des rapports existant entre hormones et action pharmacologique constitue, elle aussi, un chapitre nouveau et séduisant. L'influence de la thyroïde, du thymus et d'autres glandes endocrines sur les effets exercés par quelques alcaloïdes et sur leur comportement dans l'organisme a déjà été étudiée expérimentalement, mais on pourra faire bien d'autres recherches encore. Et ces recherches devront s'étendre aux secrétions glandulaires normales: il faudra étudier, par exemple, comment se fait l'absorption ou l'élimination des médicaments à travers la muqueuse intestinale en l'absence du suc pancréatique ou de la bile. De semblables recherches ont encore une importance pratique notable.

La constatation du fait que, en irradiant la cholestérine ou l'ergostérine avec des rayons ultraviolets, on confère à ces substances des propriétés vitaminiques, a fait songer à la possibilité d'irradier les médicaments ou encore d'irradier l'animal ou la région de l'animal où le médicament a été injecté. Ces recherches sont encore très limitées, mais il peut se faire que les résultats que l'on obtiendra réservent quelques surprises.

Quant au radium, il a été étudié longuement dans notre Institut. On a constaté que non seulement il facilite la métallisation des protéines, mais que les métaux radioactivés, lorsque l'on fait se déposer le radium sur le métal par voie électrolytique, se dissolvent et se diffusent plus facilement dans les liquides de l'organisme et que, par suite, ils sont plus facilement absorbés et plus rapidement éliminés. On a démontré aussi que la strychnine et la morphine apparaissent plus toxiques chez les animaux qui respirent une émanation de radium; que le chloroforme, en présence de cette émanation, provoque

plus vite la narcose; que le radium facilite la diurèse, ne modifie pas l'action des hormones, etc. Mais c'est là un domaine où les investigations futures pourront apporter beaucoup de lumière. Je veux toutefois rappeler encore, à ce propos, un problème pharmacologique très intéressant, mais, pour le moment, peu étudié. On sait que le nombre atomique est celui qui nous donne l'indice de la charge du noyau et, partant, le nombre des électrons périphériques. Les expériences de Moseley et celles de Soddy nous disent que, lorsqu'un élément perd une particule α de son noyau, il se forme un nouveau corps qui a un nombre atomique situé deux places en arrière sur la liste périodique des éléments, tandis que s'il perd une particule β, le nouveau corps qui se forme est d'une place plus en avant sur la liste périodique. On peut ainsi avoir deux corps ayant un poids atomique différent, mais la même charge nucléaire, donc absolument identiques dans toutes leurs propriétés, et que l'on appelle *isotopes*. Beaucoup d'entre les éléments qui se trouvent dans notre organisme ont des isotopes correspondants. Ceux-ci auront-ils la même action pharmacologique? L'organisme sera-t-il capable de choisir entre l'isotope radioactif et celui qui est privé de radioactivité? Le problème est important, surtout pour le potassium, dont on connaît deux isotopes, dont un est certainement plus radioactif: l'isotope 41. Les expériences que nous avons entreprises sur cet isotope et dont nous avons parlé à Turin, au Congrès de la Société de Biologie, n'ont pu être continuées, les moyens de travail étant venus à nous manquer, mais je suis heureux de voir que d'intéressantes études pharmacologiques et physiologiques ont été entreprises en Italie sur les isotopes du phosphore.

Cet article pourrait devenir interminable, car innombrables sont les problèmes que la pharmacologie se propose et infinies les solutions qui se présentent à l'esprit qui se met à les considérer. Le tropisme des protéines pour l'organe d'où elles dérivent et la possibilité de véhiculer d'une telle manière les médicaments vers un organe déterminé, les recherches chimico-thérapeutiques et celles nécessaires pour créer une pharmacologie comparée complète, l'action des médicaments suivant que la vie des cellules est aérobique ou anaérobique, les rapports entre les propriétés physiques des médicaments et leur action: voilà quelques-uns de ces innombrables problèmes.

Peut-être quelque lecteur pensera-t-il que ces recherches sont superflues, parce que ce qui importe, c'est d'essayer le médicament sur le malade et de l'adopter, s'il convient. Mais à ce lecteur je me permettrai de rappeler les paroles de notre grand clinicien du XVIII^{e} siècle, Rasori: *Quelqu'un dira qu'il importe peu d'étudier de quelle façon le médicament agit. On emploie le nitre dans les maladies inflammatoires et l'on fait bien. Cela suffit: il ne sert à rien de chercher plus loin. Mais cette impertinente manière de dialectique dont se servent, en pareil cas, les savantasses et les charlatans, a été de tout temps, et ne laisse pas d'être aussi dans le nôtre, la honte et la peste de la pratique de la médecine.*

Car c'est dans la connaissance profonde du mode d'action du médicament qu'est la différence entre empirisme et thérapeutique scientifique. Et ce n'est que de l'union entre cette thérapeutique et la clinique que l'on pourra attendre le progrès de la science médicale.

Genova, R. Università.

ALBERICO BENEDICENTI

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

FORMES DE PENSÉE DE L'HUMANITÉ D'AUTREFOIS

Lorsqu'on étudie des ouvrages d'ethnographie et ceux qui traitent l'histoire des civilisations, on trouve souvent des essais naïfs de savants qui cherchent à extraire de force des indigènes eux-mêmes une réponse à la question du sens et de l'origine de telle ou telle de leurs coutumes. Ce procédé est erroné, parce qu'en posant la question on ne s'est pas demandé si la forme de pensée de ces peuples sauvages n'est pas radicalement différente de la nôtre. Nous voulons examiner ici un de ces modes de pensée différent du nôtre, c. à. d. une autre forme de conscience humaine, en nous basant sur quelques actions rituelles et quelques mythes des peuples primitifs — en particulier de l'Asie sud-orientale et de l'Océanie. Ces actions et mythes permettent d'affirmer que la forme de pensée de ces peuples, c'est *l'identification*: ils identifient la vie et la fécondité humaine avec la vie et la fécondité des plantes et cherchent, dans leurs actions rituelles symboliques, à l'influencer *l'essence* de la reproduction telle qu'ils la vivent. Exprimons plus correctement cette idée: ce n'est pas une « forme de pensée » puisque ces hommes primitifs et créateurs ne *pensent* pas aux identifications, mais *vivent* dans les identifications. A ce stade de la conscience l'homme ne connaît aucun fait, mais il « éprouve » (erlebt) *l'essence des choses*, comme c'est le cas dans toutes les actions symboliques originelles. Cette forme de conscience c'est précisément *l'état créateur des actions symboliques*. Dans cet état, l'homme ne peut ni ne veut décrire les objets, mais seulement les circonscrire; il évite toute perception sensorielle exacte et redoute de faire appel à l'intelligence et aux fonctions rationnelles, qui ne devraient que saisir imparfaitement l'essence des choses, perceptible seulement par expérience intérieure.

I.

La question primordiale pour tout savant qui étudie l'histoire des civilisations et que celui-ci doit toujours se poser à nouveau dès qu'il s'occupe d'un problème d'ethnographie comparée, c'est la suivante: Jusqu'à quel point la pensée envisagée en elle-même s'est-elle transformée au cours de l'histoire spirituelle de l'humanité? On peut formuler cette question encore différemment et se demander: Jusqu'à quel point la forme de la conscience humaine s'est-elle modifiée? Ou encore: Jusqu'à quel point l'attitude que les hommes prennent et ont pris vis-à-vis des choses, a-t-elle influencé par elle-même la vision en soi et la forme de la conscience?

Cette observation peut paraître à beaucoup d'hommes parfaitement superflue. Mais celui qui est au courant de notre littérature traitant l'histoire des civilisations, en particulier de la littérature ethnographique, saura pourquoi nous l'avons posée: car en étudiant cette littérature il ne cesse de se heurter aux tentatives naïves que font les savants pour extorquer aux indigènes la réponse à la question: Pourquoi pratiquent-ils telle ou telle coutume? Comment en sont-ils arrivés à se faire circoncire? Qu'est-ce qui les a poussés primitivement à consommer de la chair humaine, etc. ētc.? Le nombre de questions enfantines et de réponses artificielles que l'esprit européen a accumulé en ce domaine est tout simplement grotesque.

Cette observation doit nous servir à introduire l'étude d'un thème dont, vu son caractère vraiment horrifiant, on ne saurait de prime abord expliquer les origines par une thèse rationaliste ou matérialiste. Il sera ici question d'un groupe de cultes des populations papoues du sud de la Nouvelle-Guinée: les cultes majo et rapa. Le premier est consacré à la croissance des cocotiers, le second à l'essence du feu. Notons tout de suite que les cocotiers et toutes les plantes, tous les animaux, le feu, etc. sont des « essences » -

« démas », qui, en cette qualité, sont nées dans un mythe de la création et avec lesquelles il faut entretenir des rapports favorables au moyen de cérémonies rituelles sans cesse renouvelées. Dans ses travaux sur les Marind-Anim (Thèses de l'université de Hambourg 1922-25) le Dr. P. Wirz a étudié en détail les actes rituels ainsi que les mythes qui s'y rattachent. Le contenu de ces cérémonies en fait un point culminant dans l'histoire du développement des mœurs. Ici, comme en Amérique centrale et aux Indes, l'humanité a atteint l'excitation la plus grande des organes des sens, tant dans le domaine de la sexualité que de l'ivresse du meurtre. Les orgies culturelles, régulièrement répétées, étaient considérées comme nécessaires pour réaliser l'essence de la fertilité du domaine végetal aussi bien que celle du feu. Ce qui alors prédomine chez les participants, ce sont les représentations qui identifient l'accouplement humain avec l'essence de la flamme, la fertilité des plantes et le sang des hommes, etc. Il est évident que ces cérémonies culminent dans le cannibalisme, la promiscuité sexuelle et la chasse aux têtes. Inutile d'ajouter des détails.

Le culte majo repose sur une tradition solide. Son existence remonte à la genèse du premier cocotier. Il y avait alors un robuste garçon, nommé Jawi, qui séduisit la femme de son maître et que l'on condamna par suite à la mort par ensorcellement. On l'enterra, on dressa une clôture autour de son tombeau, on plaça dessus du sagou et des bananes. Le lendemain matin déjà un cocotier avait poussé sur la tombe et ses branches touffues portaient des fruits mûrs. Ce mythe renferme en quelque sorte le principe fondamental. On y décrit le premier sacrifice pour expliquer tous ceux qui suivent. P. Wirz l'a formulé exactement en ces termes (II/I, p. 3): « Selon le mythe le culte majo consistait autrefois en des rites sexuels et cannibaliques. Ceux-ci engendrèrent le cocotier. Aussi le culte majo devint-il celui du cocotier et les cérémonies devaient-elles entretenir la fécondité des palmiers. On craignait, en effet, qu'en négligeant ces actions, on diminuerait la fertilité des palmiers ». Du reste il faut mentionner qu'on considère aussi d'autres plantes, telles que les bananiers, les aréquiers, etc. comme des arbres fruitiers, éclos sur des corps humains.

Il ne faut pas se méprendre sur l'image que nous montrent ces descriptions. Ces hommes immolent à la terre des corps humains et la puissance des passions humaines, pour réveiller sa fécondité. Ou, en d'autres termes: les plantes doivent leur fécondité et leur existence aux sacrifices humains. Pour nous il y a certainement une contradiction dans cette formule. Mais au temps lointain où régnait une conception grandiose et très étendue du monde, ces idées devaient être très répandues. C'est ce que nous allons prouver dans les pages suivantes.

***

Mentionnons d'abord le mythe de Soido dans le domaine de Kiwaï proche voisin, dans le sud de la Nouvelle-Guinée (Gunnar Landtman, Folktales, 1907, p. 119). Ce personnage envoie sa femme Pekai pour emprunter du feu: à cette occasion on assiste à l'union étroite entre l'allumage mystique du feu et l'union sexuelle, union qui préludera à la magie de la fécondité. Car lorsque Pekai revint, doublement satisfaite, Soido prépara la terre à ensemencer, tua sa femme et répandit ses bras, ses jambes, ses entrailles et son sang sur la terre. Tandis que Soido s'absenta un certain

temps, cette horrible semence se mit à germer. Du sang sortit le taro rouge et le yams, de la chair et des os des fruits blancs tels que les batates et les bananes: mais il y poussa aussi du tabac et des plantes à essences raffinées. Il y a plusieurs variantes concernant la dissémination ultérieure des fruits ainsi éclos. Tantôt les semences furent répandues au moyen de l'acte sexuel, tantôt ce sont les parties du corps humain qui firent pousser les fruits (p. 481, 327/8, 326, 324, 124, 127, 122, 121, 115 et suivantes).

Chez les Kajas en Indonésia (Bornéo) on raconte qu'une femme qui avait enfreint les interdictions du temps des semailles fut condamnée à être saignée. « Son sang jaillissant donna naissance à du riz et, après sa mort, son tronc engendra des bananes, ses cheveux des cannes à sucre, ses bras du kladi, le reste de son corps d'autres plantes qu'on cultive avec le riz, telles que des concombres, des pommes de terre sucrées, etc. les parties génitales produisirent du tabac, aussi les femmes donnent-elles des cigares à fumer à leurs amants ». Dans le nord de Bornéo, Kinaringa tua sa fille pour nourrir le premier couple humain et ordonna à ces mortels de découper le corps et d'en planter les parties dans le sol. Or c'est ainsi que naquirent: de la tête un cocotier, du sang le riz, des pieds la graine indienne, des bras des pommes de terre sucrées, des doigts des noix de bétel. Dans la mythologie des Bugineses à Célébès le riz a poussé sur les cendres de la fille de Batara Guru. Mais c'est chez les Malais que la tradition est parfaitement conservée. « Traima Wati, contrainte par Guru à céder à sa violence, expira entre ses bras et lorsqu'on eut enterré son corps dans la forêt Kenting Kendayana près de Mendang Kamulan, un cocotier poussait de sa tête des feuilles de bananiers poussèrent de ses mains, des massues de maïs des dents, etc. etc. ». Dans la plantation du riz, les peuples ont conservé un symbolisme qui pénètre jusqu'aux rites de sacrifices les plus sublimes et selon lequel l'enfant issu du riz est soigné par les hommes. (A. M. Nieuwenhuis Q. d. B. I. p. 157/8. Evans p. 175. Owen Ritter N. B. p. 251. Bastian, Bornéo p. 50. Bastian, Voyage indien p. 39/40. Skeat M. Magie, 1990, p. 248/9, 237 suiv.). D'après un mythe indonésien commun, la noix de coco est éclose d'une tête humaine: ce mythe est aussi familier aux tribus sauvages dans l'intérieur de Nias que chez les habitants hautement civilisés de Bali: et dans toute la mer Banda Riedel a trouvé la noix de coco comme succédané du sacrifice humain (Modigliani, Nias. Bastian Sumatra p. 61, 120; Timor p. 62, 61, 60; Molucques p. 161 etc.).

Tournons-nous vers les régions occidentales de l'Extrême Orient. A Pentecôte Sud un vieillard jette les rognures des ongles de ses mains et de ses pieds; il les voit germer; il goûte le fruit qui a une bonne saveur. Aussitôt il ordonne à des jeunes gens de défricher la brousaille, se fait tuer, découper en morceaux qui sont plantés en terre. Son corps donne naissance aux divers genres d'ignames. Cet exposé rappelle les récits des anciens missionnaires anglais de Tahiti, selon lesquels le roi lui-même se sacrifia à son fils débile avec le consentement de la divinité; il ordonna que dès sa mort on divisât son corps, qu'on enterrât sa tête par ici, son cœur par là, d'autres parties ailleurs; alors des plantes se mettraient à germer, à pousser, à fleurir, à mûrir, etc. etc. Ainsi fut fait. Le magnifique fruit à pain pousse pendant la nuit. On a de même suppose que le développement des cocotiers était dû à la tête d'un homme, celui des châtaigners aux reins, les yams aux jambes, etc. etc. Quant aux anciens Polynésiens, ils poussèrent jusqu'à leur

extrêmes limites des parallélismes symboliques mythologiques de ce genre; on raconte comment un parti qui exige la terminaison de la guerre, traîne dans une corbeille une jeune pousse de plantain avec ses racines, tout à fait comme on entraîne une victime humaine dans le temple, et crie au dieu: «Here is the man, long plantain give us, peace in abundance, etc.»; elle finit en menaçant le dieu de cesser de l'adorer s'il ne satisfait pas cette demande. Du reste on peut dire que partout où dans les mers australes on cultivait la noix de coco, on croyait qu'à l'origine elle était issue d'une tête d'homme ou de serpent. (Tattevin, Anthropos XXVI, p. 494/5, 875/6. Annie Kerr, p. 117, 94, 96. Turner, Polynesia, p. 88: William Ellis, Pol. Res. 1831, I, p. 68-70, 317; Thurnwald, Salomonen I, p. 399 et suiv.; O. Meyer, Anthropos V, p. 721; Bley, Anthropos IX, p. 200; Parkinson, Dreissig Jahre, p. 684/5; Seligman, New Guinea, p. 381; Jos. Meier, Neupom., p. 25; Gill, Myths and Songs, p. 79; Gifford, Tonga M. a. T., p. 182; Stübel, Sam. Texte, p. 68; Sierich, Int. Arch. f. Ethn. XVI, p. 100, 98; Bastian, Molucques, p. 98; W. Mariner, A. A. II, 1818, p. 227/8; Hambruch, Südseemärchen p. 187; W. Müller Wismar, Yap 1917, I, p. 317 et suiv.; II, p. 685, 695, 666, 520, 645, etc.).

II.

Tout cela doit donc nous montrer que dans l'immense domaine, qui s'étend entre la presqu'île malaise, l'archipel japonais et les derniers îlots de civilisation polynésienne, le motif de la « naissance des fruits des arbres et des racines à partir de morceaux de corps humains » est, semble-t-il, répandu partout: A ce propos nous ne citerons que quelques phrases extraites de l'Ethnographie illustrée de Heine-Geldern, l'un des meilleurs connaisseurs des cultures de l'Asie sud-orientale. Parlant des mobiles de la chasse aux têtes, il s'exprime en ces termes: « Le fait le plus important, ce sont les relations qu'il y a entre celle-ci, l'agriculture et le culte des morts; il n'est même pas exclu qu'il faut voir en ces dernières, en particulier dans l'agriculture, la source de toute cette coutume. La croyance que par la conquête des crânes, et plus particulièrement par le pouvoir magique ancré en ceux-ci, on peut agir favorablement sur la croissance et la maturation des plantes, est surtout répandue chez les Naga, les Wa, les Dayak, les Toradscha, les tribus montagnardes du Luçon septentrional et les habitants de Formose, mais ne doit, par ailleurs, manquer que rarement chez toutes ces peuplades ».

Si, en jetant un coup d'œil rétrospectif, nous nous rappelons encore une fois des cultes majo des Marind-Anim, nous avons le droit de supposer que cette manière d'envisager la persistance des rites propres à la chasse aux crânes, telle que la suppose Heine-Geldern, se réduit en fin de compte à *une ultime formule*. Car nous avons de nombreuses preuves, du fait que les cultes cruels des Papous ne sont que des survivances isolées. Aux Indes également il existait des coutumes analogues il y a à peine un siècle. Je rappelle le récit de Macpherson sur les Khonds, dans son India chap. VI, p. 129 et suiv.: je mentionne les scènes racontant comment, durant le sacrifice à la déesse de la terre, on arrachait à un homme la chair de ses os, comment on ensevelissait un morceau dans une fosse et comment chaque père de famille emportait chez lui un lambeau pour la bénédiction de son propre sol. Nous voyons ici un seul acte symbolique résumer tout le côté saissisant

de l'ancienne conception maniste du monde. Ici nous reconnaissons l'attitude spirituelle d'une manière évidente et indiscutable: « il est possible de contraindre les dieux d'accorder leurs faveurs divines, aussi accomplit-on le sacrifice ». C'est-à-dire que les hommes ne pratiquent ce genre de coutumes et d'usages que dans des états où ils ont pris conscience de leurs capacités et de leurs pouvoirs, et s'en servent en conséquence.

Arrêtons-nous un moment à cette idée et représentons-nous ce que signifie pour l'histoire de la civilisation humaine le fait que l'humanité est devenue consciente d'avoir conquis quelque chose et sait à présent utiliser sa conquête. Dans le cadre de ces études, consacrées au problème des actions symboliques, nous devons soulever la question de savoir si le fait que l'humanité a pris conscience d'un rapport entre les choses, est susceptible de jeter quelque lumière sur l'origine des mœurs. A cette question il faut donner une réponse franchement négative; mais il a suffi de la soulever pour montrer clairement qu'au moment même où l'homme accomplit volontairement et en pleine connaissance de cause une action, *le symbolisme de celle-ci a disparu.* Arrivés à ce point, nous pouvons même nous demander si des actions aussi conséquentes, telles que les sacrifices humains des Khonds, ne représentent pas le pôle opposé aux actes symboliques, c'est-à-dire ne signifient pas tout juste le contraire. Cela nous inciterait à considérer les actions vraiment symboliques comme l'expression première et originelle des croyances et des mœurs, et, par suite, à regarder les actes symboliques exécutés en pleine connaissance de cause, avec la conscience de leur signification, comme les derniers vestiges d'une conduite de ce genre et comme la preuve de la décadence de la faculté d'invention moribonde. Ce qui veut donc dire qu'un caractère d'utilité certaine n'entre jamais en ligne de compte comme source du développement de la culture.

Il ne peut subsister aucun doute sur le fait qu'une affirmation aussi péremptoire, même si nous ne la considérons que comme une hypothèse de travail, se heurtera de prime abord à une violente résistance. Mais il y a plus. Cette constatation entraîne aussi une certaine obligation, car si on rejette une conformité consciente comme source du développement de la culture, il se produit une lacune dans nos idées. Si on rejette cette source,- quelle autre peut-on lui substituer ? Si notre thèse concernant ces faits est vraiment correcte et fondée, la réponse à la question posée doit dépendre du fait qu'on considère les actions symboliques comme originelles, initiales, primitives. A ce sujet nous devons rechercher le sens des actions symboliques. Mais ainsi nous tournons définitivement le dos aux sacrifices des Khonds, reconnus appropriés, pour revenir encore une fois aux cultes des Majo et des Rapa. Nous demandons donc: Ces cérémonies papoues contiennent-elles encore les symptômes de la genèse, grosse de l'avenir, des futures civilisations?

III.

Celui qui lit attentivement les rapports du Dr. Wirz sur cette cérémonie, remarquera la très grande analogie qui existe entre ces récits et les descriptions du Dr. Gunnar Landtman sur les mythes des Kiwai. Il existe une certaine variabilité, une diversité, une instabilité dans les faits, une oscillation constante entre différentes possibilités. Chacun d'entre nous qui s'est ef-

forcé d'étudier sur place ces cultures, ces cultes et représentations, connaît cette « atmosphère ». Je l'ai rencontrée aussi bien chez les Ethiopiens du Soudan, lorsque j'ai recherché les traces des cultes agricoles, que chez les Sud-Africains dans le domaine de la mystique de la chasse. En ces questions il n'y a ni oui ni non, ni un aspect positif, ni un aspect négatif: Il y a mille possibilités, mais aucun fait. Et ainsi nous venons de prononcer le mot décisif: il n'y a pas de *faits* en ces choses — il n'y a même pas de *choses*, car ici il s'agit de *l'essence* des choses.

Mais cela ne suffit pas. Il y a plus. Lorsque ces hommes s'entretiennent avec l'un d'entre nous de quelques « cérémonies magiques » ou d' « initiations à des confréries secrètes », ou de quelque chose d'analogue, ils ont toujours évité de nous *décrire* quoique ce soit; ce qui domine toujours, c'est la tendance à circonscrire quelque chose; on se heurte toujours à une certaine crainte de pénétrer en pleine réalité. Aujourd'hui je puis préciser exactement ce dont il s'agit dans ces cas: c'est d'éviter toutes les perceptions sensorielles précises et, pour parler encore plus nettement, on craint de mettre en jeu l'intelligence et les fonctions de compréhension. A cette occasion, remarquons que nous autres Septentrionaux et « intellectuels modernes » nous nous heurtons aussi absolument sur le plan de l'attitude spirituelle, à des divergences entre individus. Nous tous devons encore nous rappeler qu'à la fin de la guerre, commença en Allemagne une ère au cours de laquelle chacun voulut non plus *comprendre* et *reconnaître*, mais *vivre* la vie. Nous tous avons passé par cette période de révolte contre la prédominance du rationnel, et pour me citer moi-même, j'ai entre autres publié les « Continents vécus ».

Cela signifie donc que ces peuplades ne *pensent* ni ne *méditent* sur ces choses, mais les vivent. Ainsi nous sommes arrivés au point où nous voulions aboutir: *Dans leurs actions symboliques originelles les hommes vivent l'essence des choses.* Essayons de dégager, grâce à cette conception, l'idée centrale des descriptions des cultes majo et rapa.

IV.

On est allé jusqu'à affirmer que ce qui est essentiel dans les cultes majo et rapa c'est le principe de la fécondité. Il s'agit donc pour l'homme de stimuler et d'exciter la fécondité du monde végétal: en appliquant les processus dont il a reconnu l'action dans sa vie genésique. Le fait d'utiliser partout et à toutes les occasions possibles et imaginables le sperme comme un moyen universel prouve qu'aucune pensée rationnelle ne peut entrer en ligne de compte dans ces procédures. Mais lorsque nous observons encore des combinaisons aussi étranges d'actions et d'intentions, il s'ensuit pour toutes choses un schéma fondamental simple: « L'homme a reconnu le principe fondamental d'un ordre donné: ce principe, il l'applique pour produire partout de l'ordre ». Ces modes de penser et de conduite, je les appelle des *identifications*. Mais ce serait une erreur que de considérer celle-ci comme une « forme de pensée ». Car à proprement parler les hommes primitifs et créateurs ne « pensent » pas leurs identifications, mais les « vivent ».

Il me semble que les cas les plus caractéristiques de raisonnement par identification que j'ai connus jusqu'à présent dans l'histoire de la civilisation consistent dans la découverte de l'humanité que chaque année certaines

constellations apparaissent au firmament au moment même des premières germinations du printemps, que les phases de la lune en rapport avec les conditions climatériques et les particularités de la croissance, etc. etc. Quelques-unes des plus grandioses institutions humaines sont des applications dans l'ordre humain de l'identification de l'expérience personnelle avec l'ordre céleste: c'est à cette forme d'expérience que l'État doit en dernière ligne sa création.

C'est donc en ce sens que la découverte consciente du processus de fécondation dans la vie humaine est devenue le point de départ d'une expérience vécue dans le monde ambiant. Le principe de la fécondité de la vie humaine est appliqué au monde ambiant. *Les cultes majo et rapa représentent des actions symboliques, dans lesquelles les hommes cherchent à influencer l'essence de la reproduction.*

V.

Si nous avons ainsi retrouvé un certain ordre rationnel dans le déroulement des actions symboliques, il faut encore parler en quelques mots des traits généraux des mythes et cultes mentionnés; je ne puis que les résumer brièvement. Comme nous venons de l'exposer plus haut, les mythes, selon lesquels les fruits des arbres et des racines sont issus de membres humains déposés dans la terre, sont répandus à travers le sud-est de l'Asie jusqu'aux lointains parages de l'Océanie. Ajoutons qu'on peut aussi trouver des traces de ces mythes dans l'Amérique ancienne: remarquons enfin que des symptômes correspondants ont pénétré avec la culture néolithique des mégalithes en Afrique du Nord (exemple: le cadavre déchiqueté et éparpillé du dieu végétal Osiris en Egypte), dans le Soudan et jusqu'en Afrique occidentale.

On peut résoudre facilement la question de savoir à quelle période nous devons attribuer ces mœurs et cérémonies rituelles. La mythographie circonscrit si nettement le rapport entre la noix de coco et le crâne humain qu'un malentendu est impossible. Tous les ethnologues de l'Inde ont apporté des preuves à l'appui du fait que les noix de coco se sont substituées aux sacrifices humains. Dans tous les épisodes d'événements mythologiques nous trouvons une certaine prédilection pour les symboles variables, tel que le symbolisme mentionné de la tête et du fruit. Si nous étudions les documents ainsi que les traditions se rapportant à ces coutumes, nous trouvons plus d'une inscription d'appartenance très incertaine. Nous lisons par exemple: « They used to eat their own parents also; for when a father or mother grew old, they would say to their friends: This pumpkin growing on our roof has got ripe and fallen off and burst; let us come and eat it »; and they had a feast » (Cecil Henry Bompas: «Folklore of the Santal Parganas, Londres 1909, p. 133). Des indications de ce genre rappellent les curieux récits sur le cannibalisme des Batta à Sumatra, qu'on doit attribuer à Sir Stamford Raffles et qui racontent: « Autrefois les Batta avaient l'habitude de manger aussi leurs pères, lorsqu'ils étaient devenus trop vieux pour le travail. Ceux-ci se pendaient tranquillement avec leurs mains à une branche d'arbre horizontale, tandis que leurs enfants et voisins les entourraient en dansant et en criant: « Lorsque le fruit est mûr, il tombe ». Cet usage avait lieu à la période de maturation des citrons. Si les vieillards lâchaient la branche par fatigue et tombaient, tous les assistants se jetaient

sur eux, les déchiquetaient et les dévoraient». (Rienzi, Galerie de tableaux de l'univers, 1837, V, p. 142).

A la lecture de tels récits nous doutons d'abord s'il s'agit de textes de légendes ou de descriptions de mœurs, si ce sont des produits de témoins très naïfs ou d'exagérations invraisemblables. Nous avons aussi trouvé des récits de ce genre en Afrique comme les anciens auteurs en Amérique et en Asie méridionale.

Si j'ai maintenant réussi à expliquer l'attitude des hommes « *dans l'état où ils représentent des actions symboliques* », il sera tout aussi clair que ce style dans les actions devait aussi nécessairement entraîner un style dans ces traditions, culminant en une oscillation légendaire entre la naïveté enfantine et la cruauté la plus monstreuse. Il peut exister un rapport identique entre le conte de l'ogre et le culte de la fécondité qu'entre le mythe du voyageur céleste et une cérémonie des étuves. Si nous examinons en détail les mœurs et coutumes correspondant à cette attitude nous ne devrons jamais oublier que nous avons affaire à des institutions issues d'une expérience « vécue » et qui se sont implantées durant la lutte pour l' « *essence* » des choses. Celui qui procède ici par explications et descriptions entre en conflit avec le style auquel il s'est consacré. En effet, plus nous pourrons pénétrer dans les profondeurs des histoires d'esprits de l'humanité et plus nous verrons nettement le danger auquel se heurte l'explorateur européen qui surestime l'attitude des hommes concernant les considérations d'utilité.

Frankfurt a. M., Forschungsinstitut für Kulturmorphologie.

L. Frobenius

(Traduit par W. Bischler, Genève).

Paolo Bonetti - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUPPLÉMENT

Traductions Françaises

des articles dont le texte original n'est pas en langue française.

(Chaque traduction a été revisée par l'Auteur).

SIGNIFICATION SCIENTIFIQUE DE L'ŒUVRE DE MARCONI

L'invention de Guglielmo Marconi, outre ses grandioses et bien connues répercussions dans le domaine pratique et industriel, a eu de remarquables conséquences dans celui de la science pure, et spécialement en physique. Parmi les plus notables contributions apportées par cette invention au progrès scientifique sont à signaler: 1. la découverte de l'« ionosphère », ou « couche de Heaviside », et la possibilité d'en étudier les propriétés au moyen des « échos électromagnétiques »; 2. la puissante impulsion donnée par la radiotechnique à la construction et à l'étude des divers types de lampes thermoïoniques, qui sont de précieux auxiliaires dans de très nombreuses recherches de physique, de physiologie, etc.; 3. la méthode de détermination des longitudes au moyen de signaux horaires transmis par T.S.F.; 4. d'autres techniques qui utilisent la transmission de signaux par T.S.F. pour des fins scientifiques. En outre, une aussi surprenante et utile application pratique des recherches, purement scientifiques, de Maxwell, Hertz, etc.. a profité aussi à la science de manière indirecte, en ce sens qu'elle a contribué à mieux faire apprécier, par les gouvernements, les industriels et le public, l'utilité de la science pure.

Lors de l'installation solennelle du Conseil des Recherches, en 1929, Guglielmo Marconi a dit: « La recherche scientifique conduit au progrès et à la découverte, et quelquefois la découverte ou l'invention provoque la recherche scientifique ». Il serait très intéressant d'étudier comment ces paroles se sont vérifiées, c'est-à-dire ce que la Physique a donné à Marconi, et ce que la Physique lui doit, à lui et aux innombrables travaux nés de son invention. Mais ce sujet réclamerait des développements plus amples que ceux qu'il peut recevoir ici; je devrai donc laisser entièrement de côté la première partie et me borner à deux ou trois considérations sur les contributions que l'invention de Marconi a apportées aux investigations de caractère purement scientifique.

La même année (1894) où, comme un éclair, apparut à Marconi l'idée qu'il était possible d'utiliser les ondes hertziennes pour la télégraphie sans fil, mourait Henri Hertz. Il faut relire les paroles par lesquelles quelques-uns des plus remarquables physiciens d'alors célébrèrent, à cette occasion, l'œuvre du premier réalisateur des ondes électromagnétiques, pour comprendre quel était l'aspect, trop unilatéral, sous lequel cette œuvre grandiose était, alors, généralement considérée.

Les lois des champs électriques et magnétiques, découvertes expérimentalement par Oersted, Ampère, Faraday, avaient passé, 28 ans auparavant, par l'esprit génial de Maxwell, et réélaborées, intégrées, affinées par lui dans le magique creuset des mathématiques, elles en étaient sorties sous la forme de six équations d'une beauté et d'une simplicité extraordinaires. Sous cette forme, elles laissaient prévoir l'existence d'un phénomène singulier, de caractère ondulatoire, qui devait se propager dans l'espace avec une vitesse de 300.000 km/sec. La coïncidence de ce nombre avec la vitesse, déjà connue, de la lumière avait suggéré à Maxwell l'idée que ce phénomène,

pour certaines valeurs de la longueur d'onde, devait être identifié avec la lumière. La génialité et la beauté de cette idée par laquelle la lumière, cette merveilleuse invention de Dieu, était pour ainsi dire réinventée par l'homme, frappa à tel point l'imagination des savants que lorsque Hertz, avec son oscillateur, créa ce modèle agrandi de la lumière que sont les ondes hertziennes, et quand lui-même, puis Righi et d'autres en eurent montré les propriétés de propagation, réflexion, etc., presque tous ne virent dans ce magnifique groupe de travaux qu'une parfaite confirmation de la théorie électromagnétique de la lumière, confirmation qui venait couronner admirablement l'œuvre de Faraday et de Maxwell. Ce fut précisément cette polarisation des esprits sur un seul aspect des ondes hertziennes, celui de leur analogie avec la lumière, qui détourna la plupart d'entre eux d'envisager l'intérêt pratique aussi que ces ondes pouvaient avoir par elles-mêmes, intérêt qui, au contraire, attira puissamment l'intelligence de Marconi. Et ce fut une tendance à laquelle l'esprit humain est trop porté, mais qui, souvent aussi, est féconde en admirables résultats, à savoir la tendance à pousser l'analogie au delà des bornes de l'expérience, qui, après les premiers essais de Marconi, induisit des hommes de haute valeur à déclarer que les transmissions radiotélégraphiques trouveraient une limite de distance à quelques centaines de kilomètres, par l'effet de la courbure terrestre, prévision dont Marconi (qui aimait peu les théories) rappela toujours, avec une satisfaction peu dissimulée, le bruyant insuccès.

Tout le monde sait aujourd'hui quelle est l'heureuse circonstance qui permet aux ondes hertziennes de contourner la Terre, en arrivant même aux antipodes avec une intensité appréciable: les hautes régions de l'atmosphère (entre les 50 et les 250 km. environ) se trouvent dans un état particulier d'ionisation intense qui fait qu'elles constituent une sorte de « plafond » presque impénétrable aux ondes hertziennes: ainsi, au lieu de se disperser dans les espaces interplanétaires, ces ondes restent emprisonnées dans une couche relativement mince qui les guide le long de la surface terrestre. L'existence de ce plafond (aujourd'hui appelé *ionosphère* ou *couche de Heaviside*, du nom du physicien théoricien qui le premier, en même temps que Kennelly, en soupçonna l'existence en 1902) était tout à fait imprévisible quand Marconi commença ses expériences: seul, le succès inattendu des transmissions radiotélégraphiques à grande distance en révéla l'existence, et les ondes hertziennes (qui sont, parmi les phénomènes produits par l'homme, le seul capable d'influencer un espace de dimensions comparables à celles du globe terrestre) constituent l'unique moyen mis à notre disposition pour en sonder la hauteur, la constitution, les mouvements. Aujourd'hui, les recherches sur l'ionosphère se font systématiquement, et cela depuis plusieurs années, en étudiant la réflexion, sur cette couche, d'ondes hertziennes émises *ad hoc*, à savoir ce que l'on appelle les « échos électromagnétiques ». On a pu ainsi établir de façon certaine que l'ionosphère a une structure complexe, étant constituée par trois couches d'air ionisé distinctes et superposées: une, dite « couche F », à environ 240 km. de hauteur, une « couche E » à environ 100 km., et enfin une « couche D », beaucoup plus faible, à peut-être 50 km., laquelle disparaît presque totalement durant la nuit. L'influence prépondérante de la lumière solaire sur la formation de ces couches explique le fait bien connu (étudié pour la première fois par Marconi en 1902) que les radiotransmissions arrivent à des distances bien plus grandes de nuit que

de jour. De l'existence et des propriétés de l'ionosphère dérivent ces phénomènes bien connus des amateurs de T.S.F. que sont le « fading » ou évanescence, et la formation de ce que l'on nomme les « zones de silence ». Il y a aujourd'hui, sur ces questions, une très vaste littérature scientifique qui constitue un ample et intéressant domaine de notions en continuel développement, dont la physique est débitrice uniquement à la découverte des radiocommunications.

On peut dire que dans la physique de l'ionosphère l'invention de Marconi a révélé à la science pure aussi bien l'objet de la recherche que l'instrument pour l'effectuer. Mais il y a beaucoup d'autres branches de la physique (et pas seulement de la physique, mais encore d'autres sciences parentes) qui, poursuivant les buts les plus variés, tirent indirectement un immense avantage des progrès de la radiotechnique, par l'usage de cet instrument véritablement protéiforme qu'est la *lampe* (ou *valve*) *thermoïonique*. Redresseuse de courants alternés, productrice d'oscillations électriques, amplificatrice des plus petites variations de potentiel, elle se plie, dans ses nombreuses formes, aux combinaisons les plus diverses et permet d'effectuer, avec une sécurité et une stabilité surprenantes, des observations et des mesures d'une délicatesse incroyable. Des amplificateurs à lampes de divers types, véritables microscopes des variations de potentiel, quelquefois capables de les grossir jusqu'à un million de fois, servent couramment aujourd'hui aux plus divers chercheurs, depuis les physiciens à qui ils permettent de révéler les plus faibles impulsions électriques provoquées par des particules atomiques prises isolément, jusqu'aux physiologistes qui s'en servent pour enregistrer les plus ténus des courants électriques qui, parcourant les nerfs vivants, portent ou accompagnent le long de ceux-ci les excitations sensorielles et motrices. Or, s'il est vrai que la lampe thermoïonique, inventée par les physiciens, a été une des contributions les plus décisives que la physique ait apportées au progrès de la radiotechnique, il est vrai aussi que cette lampe n'aurait certainement jamais atteint son actuelle perfection de fonctionnement, sa variété de types, son bon marché, si son vaste emploi technique en T.S.F. n'avait pas permis de concentrer sur son étude et sur sa fabrication en série l'activité de milliers d'hommes, soutenue par de formidables moyens financiers.

A côté de ces contributions indirectes, mais vastes, de la radiotechnique au progrès de la science pure, doivent être mentionnés aussi les cas dans lesquels la science utilise les radiocommunications précisément comme moyen de transmission de signaux. Ainsi, l'astronome et le géodésien peuvent aujourd'hui, en utilisant la transmission des signaux horaires par la radio, déterminer les longitudes avec une précision et une commodité qui étaient absolument chimériques avant l'invention de Marconi. Et, ces années dernières, les physiciens qui s'occupent des rayons cosmiques ont développé une très élégante technique qui exploite directement les radiocommunications. Pour connaître l'intensité des rayons cosmiques dans la stratosphère, où l'homme n'a pu faire jusqu'ici que des incursions limitées et exceptionnelles, on envoie dans ces hautes régions un ballonnet libre dans la petite nacelle duquel se trouvent: un appareil sensible aux rayons cosmiques, un altimètre et un tout petit poste émetteur à ondes courtes. Le tout ne pèse que quatre ou cinq kilogrammes. Chaque fois que l'appareil reçoit un rayon cosmique, il commande automatiquement le petit poste émet-

teur, qui transmet un signal, lequel est reçu et enregistré, à terre, par l'observateur. Celui-ci peut ainsi compter les rayons cosmiques qui frappent l'appareil errant dans le ciel. A intervalles réguliers, le petit poste émetteur, commandé par l'altimètre, transmet automatiquement l'indication de la hauteur à laquelle se trouve le ballon.

Mais en plus de ces progrès strictement techniques, dérivés de l'invention de Marconi, la physique et la science en général reconnaissent tenir de son œuvre un héritage d'ordre plus spirituel. Avoir vu une théorie en apparence abstraite comme celle de Maxwell, et des expériences de laboratoire de caractère purement scientifique comme celles de Hertz, de Righi, de Calzecchi-Onesti, donner la vie, de la façon la plus inattendue, à une invention ayant d'aussi vastes répercussions sociales, une si grande utilité pour le salut de la vie humaine et, enfin, une telle beauté qu'aujourd'hui encore elle apparaît comme un prodige, c'est là une expérience pleine d'enseignements qui, même latents, ont agi et agiront toujours sur l'esprit des hommes qui vivent dans la science et autour de la science. Il ne me semble pas douteux que les sentiments répandus dans le public par cette leçon vécue n'aient contribué à cette estime toujours croissante que témoignent à la science, en ce siècle, gouvernements, industriels, mécènes, car ceux qui apprécient surtout, dans la science, les desseins pratiques, ont appris par là, et par d'autres leçons de choses similaires, quelle largeur de vues il faut pour juger des possibilités d'application d'une recherche scientifique.

Pour les savants et pour les techniciens, la vie de Marconi est surtout une leçon d'indomptable foi dans le succès, d'exceptionnelles capacités d'organisation et de réalisation, de prudence dans l'extrapolation des prévisions théoriques au delà des limites permises, de confiance raisonnable en l'imprévisible. Et cette dernière leçon, certes, est la plus ardue à suivre, parce que, s'il est même trop facile d'avoir confiance en l'inattendu, c'est le propre du génie de n'avoir cette confiance que lorsqu'elle est raisonnable.

Torino, R. Università.

E. Persico

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

NOTION CONSCIENTE
ET REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DU TEMPS

I.

L'origine de la notion consciente du temps.

Toute tentative en vue d'expliquer l'origine de la notion consciente du temps doit nécessairement partir du fait que toute perception consciente est du ressort du présent. Ce raisonnement garde également sa valeur en ce qui concerne les événements qui se rapportent au passé, les souvenirs. Le problème de la notion consciente du temps peut donc se résumer dans cette question: comment arrivons-nous à imposer à une partie de nos sensations une relation avec le passé? Une analyse des perceptions les plus simples, celles des déplacements, aboutit à peu près au résultat suivant: dans la conscience sont déterminées simultanément plusieurs positions d'un corps. La contradiction résultant de ce qu'un corps prend plusieurs positions est résolue par notre conscience; d'elle-même, spontanément, celle-ci fait se succéder les diverses positions soit qu'elles se rapportent au présent ou au passé, opération au cours de laquelle la vigueur et le relief décroissants des images des diverses positions du corps permettent de déterminer la succession des temps. Généralisée, cette considération aboutit à l'idée que la perception de caractéristiques contradictoires affectant un objet identique peut avoir donné l'impulsion nécessaire pour provoquer la naissance de la relation primitive de temps reliant présent et passé.

La distribution dans le temps est la forme la plus courante de toute expérience que nous acquérons; celle-ci est, — alors que la répartition dans l'espace ne concerne que les images qui se rapportent au monde extérieur —, pour parler comme Kant, la manifestation du sens externe et interne; nos idées et nos sentiments sont exactement aussi liés avec le temps que l'image d'un phénomène quelconque du monde extérieur.

La détermination de temps la plus élémentaire est celle du présent. Toute perception consciente est justement en tant que ressentie quelque chose d'actuel. C'est une contradiction que d'imaginer que quelque chose de passé ou de futur puisse être ressenti; car, précisément du fait que nous le sentons, c'est au présent qu'il appartient. Ce qu'on ressent constitue le présent. Sans doute cet axiome ne vaut-il plus sans restriction si nous considérons non pas seulement les phénomènes subjectifs, mais encore ceux qui sont objectifs. Dans certaines conditions nous pouvons percevoir des événements qui soient déjà passés. C'est le cas surtout des événements astronomiques pour lesquels s'écoule un temps mesurable avant que nous les voyions. Nous nous bornerons dans cet article à ne considérer de ces phénomènes que ceux pour lesquels le temps qui s'écoule entre leur apparition et leur perception dans notre conscience peut être négligé. Cela étant admis nous pouvons dire aussi du monde extérieur: seul ce qui est du présent peut être directement ressenti.

Si nous analysons nos sensations conscientes au cours d'un acte conscient, simple en soi, en nous limitant aux perceptions qui se rapportent au monde extérieur nous pouvons, dans tous les cas, les classer toujours en deux groupes. L'un d'eux ne contient aucune relation directe avec le passé; il repose sur les impressions directes provenant du monde extérieur; nous pouvons avec Husserl les désigner comme groupe des impressions-

primes. L'autre renferme une relation avec le passé; les perceptions de ce groupe ont moins de relief, elles sont plus estompées que celles-là; nous pouvons en bref désigner ce groupe comme étant celui des souvenirs. Nous devons toutefois rester persuadés que même les souvenirs, en tant qu'ils sont du ressort de notre conscience, appartiennent au présent, au sens le plus rigoureux du mot.

Le problème fondamental qui se pose à l'occasion de la recherche de la notion consciente de temps est alors celui-ci: en quoi des perceptions actuelles (souvenirs) peuvent-elles témoigner d'une relation quelconque avec le passé? La réponse donnée à maintes reprises par la philosophie la plus moderne (par Lotze, p. ex.) s'énonce ainsi: à toute perception déterminée dans la conscience s'attache un indice de temps. La question se pose alors de savoir comment à ces sensations peut être imprimé celui-ci: est-il le résultat de l'expérience acquise, d'une intuition, ou bien est-il conféré par notre conscience, pour ainsi dire spontanément, à ces sensations?

Il faut considérer comme impossible que les indices de temps puissent être attribués à l'expérience. En ce cas en effet les indices de temps affectés à nos perceptions devraient correspondre à des qualités quelconques des objets du monde extérieur. Mais de telles caractéristiques ne sont même pas imaginables. Si je dis: cette fleur fleurit en bleu, j'ai ainsi une sensation fondée sur un aspect physique qui, dans la réalité du monde extérieur, peut correspondre à une fleur de couleur bleue. Au contraire, c'est chose impossible de découvrir un indice lié à la réalité du monde extérieur et qui correspondrait à peu près à la détermination de temps exprimée par la formule: cette fleur fleurit maintenant. On a tenté d'interpréter l'indice de temps par voie physiologique. Admettons que par un objet quelconque du monde extérieur soit provoquée dans notre conscience une sensation; à celle-ci correspondra sans nul doute une disposition du cerveau. Cette disposition de notre cerveau se modifiera très probablement au cours du temps. A la sensation cérébrale fraîchement produite pourrait correspondre dans notre conscience la sensation actuelle, à celle modifiée par l'écoulement du temps pourrait correspondre la sensation affectée de l'indice de temps « passé ». Toutefois, quelle que soit la modification au cours du temps, à l'instant même où elle donne naissance à une perception, la disposition cérébrale modifiée et la sensation qui y correspond sont pour la conscience une actualité, un événement présentement ressenti: si elle témoigne d'un indice de temps « passé », celui-ci ne peut donc pas s'expliquer par la modification d'une disposition cérébrale. Si à nos perceptions sont affectés des indices temporels, ceux-ci doivent ainsi résulter d'une définition spontanée de notre conscience. Qu'est-ce qui oblige alors celle-ci à donner à une sensation l'indice de temps « passé »?

Pour traiter ce problème nous allons analyser un phénomène dont la perception nécessite toujours un certain temps: le processus du déplacement quelconque d'un corps K, d'un lieu B à un lieu A. La constatation de ce changement de lieu comporte le raisonnement: le corps qui maintenant est présentement en A était antérieurement en B; les notions « présentement » et « antérieurement » sont des localisations dans le temps sans lesquelles un phénomène de déplacement est radicalement inconcevable. La perception du déplacement implique donc en soi apparemment celle du corps en un lieu actuel et antérieur. Il semble donc, — en contradiction avec

l'axiome posé au début et d'après lequel nous ne pouvons ressentir que le présent —, que dans la perception d'un déplacement nous puissions ressentir cependant quelque chose de passé, en l'occurrence le lieu occupé antérieurement par le corps mobile.

De façon absolument générale nous pouvons distinguer deux sortes de déplacements: ceux que nous déduisons et ceux que nous percevons réellement. Dans les deux cas nous avons une impression-prime, c'est-à-dire la perception du corps au terminus du trajet observé par nous à tout instant. Dans le premier cas s'ajoute à cette impression-prime le souvenir attaché à un événement antérieur. Si, par exemple, nous regardons l'horloge à 11 heures, et que nous la considérons de nouveau à onze heures trente, l'impression-prime sera la perception de la position des aiguilles correspondant à 11 heures 30. Nous concluons alors: la grande aiguille s'est déplacée sur le cadran du repère XII au repère VI. La position de cette aiguille sur le repère XII du cadran ne nous est donnée que sous forme de souvenir sans reproduction visible de la perception antérieure. En associant la perception de la position de l'aiguille sur VI, perception qui ressortit au présent, avec le souvenir de la perception de la position sur le repère XII, souvenir qui appartient lui aussi au présent — tout en renfermant une relation avec le passé —, nous en *déduisons* le déplacement qui a eu lieu.

Le deuxième groupe de perceptions des déplacements diffère complètement de cela. En ce cas s'associent à l'impression-prime les sensations *visibles* déterminées des positions antérieures du corps déplacé. Notre conscience embrasse en quelque sorte les diverses positions successives du corps mobile; nous voyons ainsi non pas seulement la situation immédiatement actuelle du corps qui nous communique l'impression-prime, mais encore, tout au moins apparemment, les positions antérieures: nous éprouvons ainsi la sensation, au cours de l'acte de perception du corps se déplaçant, non seulement du stade présent, mais aussi des stades antérieurs, contrairement à notre axiome d'après lequel seul le présent peut être perçu.

Seulement le tout est de savoir si cette conception de l'acte de perception est exacte. L'interprétation ci-dessus donnée des déplacements perçus suppose que dans l'acte conscient sont simultanément et directement ressenties et perçues et une position actuelle, et un certain nombre de positions antérieures, du corps déplacé. On peut en somme donner une base à cette opinion en admettant que l'acte de perception prend un certain laps de temps assez grand pour que, dans l'intervalle de celui-ci, le corps déplacé modifie sa position. En ce cas un acte conscient type impliquerait la perception et de la situation actuelle, et d'une série de positions antérieures, du corps mobile.

Il existe pourtant encore du processus de la perception du déplacement d'un corps mobile une autre possibilité d'interprétation. D'après celle-ci la perception ne serait pas un acte demandant un certain laps de temps et comportant une série de perceptions successives des situations antérieures et présente du mobile; elle serait un acte de fusion d'une impression-prime avec toute une série d'images-souvenirs *rigoureusement simultanés*. La perception des positions antérieures du mobile ne signifierait donc pas que nous les voyons directement de même façon que la position actuelle; elle indiquerait que l'impression-prime communiquée par cette dernière serait

confrontée avec les images-souvenirs appartenant également au présent immédiat. Que cette dernière conception est exacte, c'est ce qu'une expérience depuis longtemps bien connue démontre. Un disque garni de secteurs colorés est entraîné dans un mouvement de rotation à grande vitesse. Quand les secteurs portent les couleurs de l'arc-en-ciel on a, au cours de la rotation rapide, la sensation d'une teinte grise uniforme. Si on fait tourner le disque dans l'obscurité et qu'on l'illumine par un éclair que suit aussitôt à nouveau l'obscurité, le disque paraît rester immobile, et les couleurs de l'arc-en-ciel sont perceptibles individuellement, ne se fondant plus en un gris uniforme. D'où il ressort que, même en cas de déplacement rapide, notre conscience est parfaitement en mesure d'opérer pour ainsi dire l'extraction d'une position déterminée d'un corps mobile et de la conserver de sorte qu'en de certaines circonstances il y a l'apparence d'un objet immobile. La fusion de l'impression des positions antérieures avec l'image du corps tournant et surtout la fusion des couleurs de l'arc-ne-ciel en un gris uniforme prouve indubitablement que notre perception d'un corps mobile n'est pas constituée par un complexe d'actes séparés dans le temps, c'est-à-dire par la sensation des positions actuelles et antérieures du corps considéré; au contraire, au cours d'un acte de perception type l'impression-prime de la position présente du corps et les souvenirs visibles des positions antérieures se fondent. Mais ceux-ci sont [rigoureusement concomitants avec la première. Si dans la perception d'un corps mobile nous voyions réellement les positions objectives antérieures de celui-ci, il serait difficilement compréhensible que dans l'expérience précitée on pût arriver à la fusion des couleurs, celle-ci ne se produisant à coup sûr certainement pas en réalité au cours du déplacement objectif du corps. Par contre ce phénomène est immédiatement compréhensible si nous concevons la perception du déplacement comme une condensation de l'impression-prime avec les images-souvenirs dans un acte conscient unique et simultané.

Si cette interprétation est exacte nous ne percevrions, suivant les deux modes de perceptions des déplacements entre lesquels nous avons distingué, que le présent seul. Dans les déplacements du premier genre où l'impression-prime se fusionne avec un souvenir qui n'est qu'imaginé, mais n'est pas visuel, où donc le mouvement est simplement conçu, cette idée est bien de soi-même évidente. Dans ceux de la deuxième catégorie où nous avons la perception directe d'un corps en déplacement, il s'agirait donc aussi également de la fusion avec une impression-prime de souvenirs présents. La différence consisterait en ce que, dans ce deuxième groupe, les perceptions des situations antérieures du corps déplacé seraient fixées dans le souvenir non pas simplement mentalement, mais visuellement. Évidemment cela n'est cependant possible que si les perceptions des positions antérieures du mobile sont assez proches dans le temps de l'impression-prime et si elles peuvent se succéder sans discontinuité. Si leur suite est coupée, par exemple par l'intervention d'une obscurité soudaine même de très brève durée, l'image du déplacement continu est immédiatement anéantie.

Si nous admettons alors que la perception du mouvement ait donné l'impulsion provoquant la notion consciente de temps, si donc nous admettons la perception des mouvements comme le phénomène primaire vis-à-vis de la notion de temps, nous devons exclure de la perception du mouvement

dans notre esprit la phase où se succèdent l'une l'autre dans le temps les diverses positions du corps dans l'espace. Ce faisant, il ne reste comme contenu de la « perception du mouvement », abstraction faite du temps, que ceci: un seul et même corps se trouve en des endroits distincts. Cette constatation est déjà sans nul doute incompatible avec le mode de penser le plus primitif; l'occupation d'un espace déterminé et limité peut à coup sûr être admise comme l'une des caractéristiques les plus anciennes que la pensée humaine ait associée à la sensation d'un corps solide. Si alors un seul et même corps, lors de la perception du mouvement, occupe différents espaces supérieurs au total à l'encombrement du corps à l'état de repos, une telle constatation est aussi à coup sûr incompatible avec la sensation la plus primitive d'un corps. Mais étant donné cependant que la perception des phénomènes de déplacement dans la nature témoigne constamment de cette caractéristique, on peut imaginer que c'est sous l'influence de la perception du mouvement que les relations temporelles originelles de la succession, les attributs « Présent » et « Passé », ont pris corps et se sont trouvées transmises aux différentes positions, — apparaissant lors de la perception du mouvement —, du corps déplacé. L'impression-prime conduirait ainsi, du fait de sa plus grande fraîcheur et de son originalité à la sensation de la position présente du corps (c'est-à-dire au terminus du trajet observé); les autres positions du corps surgissant dans les images du mouvement susciteraient par contre la sensation des positions antérieures dans le temps; la fraîcheur décroissante des images des diverses positions successives fournirait une échelle d'appréciation du plus ou moins considérable éloignement temporel par rapport au présent.

Cette façon de considérer les phénomènes de déplacement et leur relation avec la notion consciente de temps peut alors être étendue à tous les phénomènes naturels imaginables. Le changement de lieu est évidemment la forme la plus simple et la plus fréquente des modifications que nous sommes susceptibles d'observer sur les objets qui se trouvent dans la nature. L'observation de celle-ci nous fournit cependant encore quantité d'autres modifications qui ne se laissent pas directement observer sous la forme de déplacements: telles sont les variations de couleur, de taille, de température des objets. Les phénomènes peuvent même se modifier: par exemple un déplacement subit une variation de sa vitesse. Mais, si diverses que soient dans la nature ces modifications qu'il nous est loisible d'observer, toujours elles se rattachent à quelque chose de persévérant ou de constant. Une modification sans substratum persévérant, quelque soit-il, comme par exemple la naissance d'un objet du néant, ou sa disparition dans le néant, est fondamentalement inconcevable; même lorsqu'une disparition de matière se présente en apparence, dans une combustion par exemple, un examen scientifique rigoureux démontre qu'il s'agit cependant non pas en fait d'une disparition, mais seulement de combinaisons et de groupements modifiés de substances définies. Si nous faisons abstraction par la pensée de la phase temps à l'occasion d'une variation de la nature qui nous soit perceptible, nous arrivons précisément, comme pour le cas du mouvement, à constater des caractéristiques contradictoires sur un objet identique. Dans le déplacement l'identique est l'objet déplacé; le divers que nous constatons sur lui, ce sont ses positions dans l'espace; cette opposition consistant en la sensation de caractéristiques contradictoires, c'est notre conscience qui

la résout dans le cas du mouvement en se sauvant pour ainsi dire dans le temps: le corps (l'identique) prend les diverses positions *l'une après l'autre.* Il en est exactement de même pour toute autre variation quelconque que nous pouvons voir apparaître sur quelque chose restant identique (objet ou processus). Nous pouvons donc conclure: la perception de propriétés inassociables sur quelque chose d'identique est ce qui peut avoir provoqué l'impulsion amenant à se former la relation originelle de temps, la succession, le présent et le passé. Si, dans la réalité, à nos sensations s'attachent des indices de temps, ceux-ci sont dus incontestablement à une activité spontanée de notre conscience.

Par les considérations ci-dessus nous ne voulons nullement dire que les relations-mères de temps puissent être en quelque sorte attribuées à la perception de caractéristiques incompatibles sur quelque chose qui reste identique; la localisation dans le temps est plutôt une position irréductible de notre conscience ou en somme, pour parler comme Kant, une fonction a priori du sujet qui reconnaît. Psychogénétiquement, elle peut cependant tirer son origine de l'influence de la perception de caractéristiques inassociables entre elles affectant quelque chose d'identique; des résultats d'expérience peuvent avoir donné l'impulsion nécessaire à l'établissement des relations temporelles. Immédiatement on objecte que les relations-mères temporelles de sucession ont certainement déjà apparu aux stades les plus primitifs du développement du savoir humain. Il est cependant difficilement imaginable qu'à un stade peu avancé de la connaissance humaine la notion d'incompatibilité de caractéristiques affectant un objet identique ait pu être formulée clairement et que la pensée humaine, sur la base de cette notion, ait alors en quelque sorte fait le saut dans le temporel.

A coup sûr nous ne devons pas nous représenter ce processus comme un procédé conscient de jugement et de conclusion. Mais, de même que la forme peut être la plus primitive de la connaissance humaine, la perception d'un objet du monde extérieur, repose indubitablement sur toute une série extrêmement complexe de processus inconscients d'une synthèse d'associations, de comparaisons, de distinctions et de condensations, de même devrons-nous attribuer aussi la formation de la notion consciente de temps à de telles opérations inconscientes (que E. von Hartmann appelle les fonctions intellectuelles); nous avons tenté de les élever, de la façon dont nous nous y sommes pris, sur le plan de la pensée consciente.

Une fois définie la relation-mère temporelle de la succession d'événements, comme en particulier la sensation d'événements passés par opposition à ceux perçus présentement, les autres rapports de temps peuvent être déduits de façon relativement simple. Chaque fois que nous rapportons un souvenir présent à un événement passé, nous insérons mentalement un certain laps de temps entre ce que nous vivons présentement et ce que nous avons vécu dans le passé: nous avons ainsi acquis la notion de durée. La notion de la simultanéité n'apparaît pas par rapport à celle de succession comme une nouveauté: c'est simplement un cas particulier de la succession de deux phénomènes, l'intervalle de temps qui sépare ceux-ci devenant nul. La notion d'avenir est également très facile à déduire: du fait que tout événement présent reposant sur une impression-prime devient quelque chose de passé et est poussé par une autre, nous tirons la conclusion qu'aussi ce que nous vivons présentement est poussé par quelque chose

d'autre; c'est ce « quelque chose d'autre » attendu que nous nommons précisément futur. Ce qui est une abstraction pure, c'est donc finalement la notion du temps vide ou du temps absolu: si nous faisons abstraction de tous événements, cette notion est absolument vide de contenu et de sens; toutes les notions temporelles ne prennent un sens que par liaison avec des événements ou des sujets vivants; les termes « présent » ou « passé » en eux-mêmes, sans quelque chose qui effectivement soit passé ou présent, sont rigoureusement aussi dépourvus de sens que les notions « gauche » ou « droite » sans relation définie avec un objet ou un corps dans l'espace par rapport auquel quelque chose puisse être situé à droite ou à gauche.

Si dans les considérations ci-dessus est admis le point de vue que les relations temporelles entre nos sensations, avant tout la relation-mère de leur succession, sont dues à une position spontanée (a priori) de notre conscience, il n'en faut nullement conclure qu'à la relation temporelle de nos sensations subjectives ne puisse se trouver liée une relation temporelle de celles qui, transsubjectives, leur correspondent. Une étude plus poussée de cette question ne rentre pas dans le cadre de cet article. Pour terminer il nous faut seulement mentionner que le mouvement qui, dans notre considération de la nature, joue un rôle prépondérant est absolument inconcevable en dehors de la phase « temps ». Si notre connaissance de la nature est à un degré quelconque l'image réfléchie de la nature transsubjective, la localisation dans le temps doit s'attacher aussi de façon ou d'autre à tous les événements transsubjectifs de la nature.

Graz, Universität.

K. SAPPER

(Traduit par Ch. Foucault, Nevers).

QU'EST-CE QU'UNE ÉTOILE NOUVELLE

L'auteur trace brièvement le tableau de l'explosion d'une étoile nouvelle, tel qu'on le peut tirer d'une interprétation immédiate des phénomènes photométriques et spectroscopiques. Puis, ayant résumé les faits essentiels, il essaie de montrer comment on en peut rendre compte de façon assez satisfaisante grâce à la théorie qui fait consister l'explosion dans le passage (collapsus) d'une étoile d'une configuration normale à une configuration avec densité très élevée (étoile naine blanche).

L'explosion récente de quelques étoiles nouvelles, bien visible à l'œil nu, a rappelé ces derniers temps l'attention générale sur ce très intéressant phénomène. C'est pourquoi, bien que le sujet ait déjà été traité par d'autres dans cette Revue, je me sens autorisé à en parler encore ici.

Les observations montrent que l'histoire d'une étoile nouvelle peut se diviser en quatre périodes.

1. *Période précédant l'explosion.* — Beaucoup d'étoiles nouvelles ont été retrouvées comme étoiles très faibles sur des photographies du ciel prises bien des années avant leur explosion. Il a souvent été possible de constater, durant cette période, des variations d'éclat faibles et irrégulières; mais, ce fait mis à part, rien ne distingue d'une autre étoile quelconque la future étoile nouvelle.

2. *Première phase de l'explosion.* Inopinément, et souvent avec une rapidité impressionnante, l'éclat de l'étoile augmente dans une énorme proportion. On connaît des cas où l'éclat est devenu, en deux jours, 10.000 fois plus grand! C'est durant cette période qu'a généralement lieu la découverte de l'étoile, souvent par plusieurs observateurs indépendants l'un de l'autre.

Les variations du spectre durant cette période sont mal connues, mais montrent toutefois que l'augmentation d'éclat est due à une dilatation soudaine de la surface irradiante (*photosphère*), dilatation par laquelle le diamètre de l'étoile devient inopinément de deux à trois cent fois plus grand qu'il n'était primitivement. Il s'agit donc d'une véritable explosion de l'astre; pourtant, il faut se rappeler que, pour l'instant, on ne peut dire si cette explosion intéresse toute l'étoile ou seulement ses couches superficielles. En réalité, nous n'observons que l'expansion de ces dernières, mais nous ne pouvons savoir ce qui se passe en dessous.

3. *Seconde phase de l'explosion.* — Après avoir atteint un certain éclat maximum, la luminosité de l'étoile diminue plus ou moins rapidement, avec des oscillations secondaires, qui diffèrent quelque peu d'une étoile à une autre. C'est, dans l'histoire d'une étoile nouvelle, la période la mieux connue et la mieux étudiée. En général, on peut dire qu'au bout d'une dizaine d'années à partir du début de l'explosion, l'étoile revient à son éclat primitif.

Pendant cette période, l'étoile traverse une succession assez typique d'états spectroscopiques dont l'interprétation est maintenant assez claire, du moins dans ses lignes générales. Les matériaux qui formaient la photo-

sphère de l'étoile continuent leur expansion avec une vitesse que l'on peut mesurer au moyen du spectrographe et qui nous donne une idée de la violence de l'explosion. Des vitesses d'expansion de 2000 km/sec. ne sont pas rares du tout, et l'on cite des cas dans lesquels les gaz qui formaient la photosphère de l'étoile ont été projetés dans l'espace avec une vitesse de plus de 3500 km/sec.!

La diminution d'éclat, durant cette phase, est accompagnée d'un accroissement de température. Il faut donc admettre que le diamètre des couches photosphériques va en diminuant et qu'il finit même par devenir quelques dizaines de fois inférieur à ce qu'il était avant l'explosion. Cela montre que, pendant l'explosion, les couches les plus extérieures de l'étoile ont, seules, subi l'expansion; les matériaux restants ont, au contraire, subi un *collapsus* et ont été précipités vers le centre de l'étoile. A mesure que se poursuit l'expansion des couches les plus extérieures, le rôle de photosphère passe à des matériaux appartenant à des couches de plus en plus profondes, ce qui explique la diminution apparente progressive du diamètre de l'étoile.

C'est ainsi que, après un certain temps, l'étoile nouvelle se présente sous l'aspect typique que voici: un noyau central à température très élevée, qui donne naissance à un spectre pratiquement continu (c'est-à-dire sans raies d'absorption ni d'émission), entouré d'une enveloppe très ténue, dans laquelle se forment les raies d'émission caractéristiques des gaz à densité très basse. L'ensemble est donc très semblable à une nébuleuse planétaire, et non seulement le spectre montre cette ressemblance avec l'évidence la plus parfaite, mais dans quelques cas il nous a été donné d'observer directement la nébuleuse elle-même.

4. *Phase finale.* — Mais le système ainsi formé ne peut durer longtemps, parce que les gaz de l'enveloppe sont toujours animés d'un rapide mouvement d'expansion qui fait qu'ils finissent par se disperser assez vite dans l'espace. L'état final est donc, autant qu'on le peut observer, et sauf quelques exceptions, celui d'une étoile à température très élevée, sans enveloppe gazeuse ou avec enveloppe relativement peu étendue. Naturellement, il n'est pas dit que d'autres changements ne puissent intervenir par la suite, mais, pour l'instant, les observations s'arrêtent là.

Il est hors de doute que, dans cette dernière période, l'étoile a un diamètre qui est à peine une petite partie de celui qu'elle avait avant l'explosion. Comme, d'autre part, la masse des matériaux projetés dans l'espace est certainement une très faible fraction de la masse totale de l'étoile, il faut en conclure que la densité finale de celle-ci est presque une dizaine de milliers de fois plus grande que sa densité initiale. Il est donc très plausible d'affirmer que, dans sa phase finale, une étoile nouvelle possède une densité comparable à celle des étoiles les plus denses que l'on connaisse: les naines blanches.

Au moment du maximum, les étoiles nouvelles sont les objets intrinsèquement les plus lumineux que nous connaissions: elles le sont plus de 10.000 fois plus que le Soleil, et de 10 à 100 fois plus que les supergéantes, qui sont cependant les plus lumineuses parmi les étoiles normales. Il y a pourtant des étoiles nouvelles exceptionnelles, les *Supernovae*, qui sont encore un millier de fois plus lumineuses que les étoiles nouvelles ordinaires, et qui atteignent une fraction considérable de l'éclat global de toute la Voie Lactée. Quoi qu'il en soit, et en ne considérant même que les étoiles nouvelles ordinaires, la quantité d'énergie irradiée durant l'explosion est très grande et

serait suffisante pour maintenir la radiation solaire pendant quelques milliers d'années.

En résumé, les faits que l'on peut déduire de l'observation des étoiles nouvelles sont les suivants:

1. Sauf une certaine variabilité, les étoiles nouvelles sont, avant l'explosion, des étoiles apparemment normales, et il est vraisemblable qu'elles ont des masses et des densités peu différentes de celles du Soleil.

2. L'explosion consiste dans la libération soudaine d'une quantité énorme d'énergie, sur l'origine de laquelle nous devons, pour l'instant, nous borner à de simples conjectures.

3. L'état final est celui d'une étoile à densité très grande; c'est pourquoi la majeure partie des matériaux de l'étoile a dû subir un collapsus, en se précipitant vers le centre de l'astre.

Un quatrième élément qu'il faut garder présent à l'esprit est la très grande fréquence des étoiles nouvelles. Dans la nébuleuse d'Andromède, qui est un système stellaire analogue au nôtre, on vérifie chaque année environ 35 explosions d'étoiles nouvelles. Dans notre système stellaire même, et rien que dans les 37 premières années de ce siècle, 6 étoiles nouvelles arrivées à leur éclat maximum ont apparu, brillant comme des étoiles de seconde grandeur. Ce nombre est peut-être anormal, mais il est certain que dans un siècle doivent apparaître au moins 15 étoiles nouvelles de seconde grandeur.

Or, pour qu'une étoile nouvelle atteigne un tel éclat apparent, il faut qu'elle se trouve à une distance inférieure à 2100 années-lumière. D'autre part, les études statistiques sur le système stellaire nous ont appris qu'il n'y a pas plus de 100.000.000 d'étoiles comprises dans cette distance. Si l'on admet alors que toute étoile a la même probabilité d'exploser comme étoile nouvelle, on voit que toute étoile devrait subir une explosion, en moyenne, environ une fois chaque milliard d'années. Naturellement, ce chiffre a une importance très relative, car il n'est pas dit que toutes les étoiles doivent exploser comme étoiles nouvelles; mais il sert également à illustrer la grande importance cosmique du phénomène, quand l'on pense que l'on attribue généralement à une étoile une vie beaucoup plus longue.

Cette haute fréquence nous amène automatiquement à exclure la possibilité, plusieurs fois envisagée, que l'explosion d'une étoile nouvelle fût causée par le choc de deux étoiles, attendu que la probabilité d'un tel événement est extrêmement petite. Quelle peut donc être l'origine de l'énorme quantité d'énergie libérée durant l'explosion?

Sans aller chercher bien loin, sans inventer des hypothèses particulières, il répond à un sain critère d'économie d'examiner si les observations elles-mêmes ne nous fournissent pas une réponse à cette question. Effectivement, cette réponse y est, et fondée sur le fait indiscutable que des matériaux aussi compacts que ceux constituant ce qui reste de l'étoile nouvelle après l'explosion possèdent une énergie potentielle gravitationnelle beaucoup plus petite que celle qu'ils devraient posséder, s'ils étaient répandus de façon à occuper un volume bien plus grand, comme celui de l'étoile nouvelle avant l'explosion.

La différence entre les énergies des deux configurations peut-elle donc être l'énergie irradiée par l'étoile durant l'explosion? Pour répondre à cette demande, il faut connaître avec une certaine approximation la quan-

tité d'énergie potentielle gravitationnelle renfermée dans une étoile, et la réponse doit donc venir de la théorie de la constitution interne des étoiles.

Or, la théorie de la constitution interne des étoiles a montré qu'il n'existe que deux types de configuration que puissent prendre les matériaux stellaires. Dans le premier type de configuration, que l'on fait correspondre aux étoiles normales (géantes ou naines), les matériaux sont entièrement gazeux et suivent le comportement habituel des gaz parfaits. Dans le second type de configuration, que l'on fait correspondre aux astres très denses, les matériaux sont bien gazeux, mais (sauf une mince écorce superficielle) ils suivent le comportement des gaz dégénérés, selon les lois prévues par les statistiques de Fermi et de Bose.

Dans le premier cas, on sait qu'entre la masse et l'éclat d'une étoile doit subsister une relation par laquelle toute valeur de la masse doit correspondre à un éclat déterminé (ou, tout au moins, ne variant que dans des limites assez restreintes, en raison de la composition chimique particulière des matériaux).

Que devrait-il arriver si maintenant, pour une raison quelconque, par exemple un épuisement partiel de la source interne d'énergie, l'éclat d'une étoile, à un certain moment, devenait trop faible? La théorie répond que les matériaux de l'étoile devraient tomber vers le centre, provoquant un collapsus de l'astre, qui passerait d'une configuration du premier type à une du second. Durant ce collapsus est libérée une quantité énorme d'énergie: celle qui correspond à la différence entre les énergies gravitationnelles relatives aux deux configurations.

Selon la théorie, le phénomène d'une étoile nouvelle correspond précisément au cataclysme stellaire provoqué par le passage de l'une à l'autre configuration, et l'on ne peut nier que le tableau d'une étoile nouvelle, tel qu'il nous vient de l'observation, ne réponde assez bien à ce tableau théorique, du moins dans ses lignes générales. La quantité d'énergie mise en liberté serait, selon la théorie, beaucoup plus grande que celle irradiée durant l'explosion d'une étoile nouvelle, ce qui fait penser qu'une partie de cette énergie (et même la majeure partie) prend une forme différente de celle de l'énergie rayonnante.

Est-ce donc là la véritable explication du phénomène des étoiles nouvelles?

S'il m'est permis d'user d'une comparaison, je dirai que, devant ce singulier phénomène, nous nous trouvons à peu près dans la situation de quelqu'un qui voudrait, de l'examen de la trajectoire d'un projectile, déduire le type de l'arme qui l'a lancé, et cela sans avoir la moindre idée de l'existence d'armes à feu. Indubitablement, on pourra réussir à écarter un certain nombre de possibilités et à en envisager d'autres plus ou moins plausibles, mais je doute fort que l'on puisse arriver à inventer de cette manière un canon, si l'on n'en a jamais vu. C'est pourquoi je préfère laisser sans réponse, du moins pour l'instant, la dernière question.

Merate, R. Osservatorio Astronomico.

LIVIO GRATTON

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

IDÉES MODERNES SUR LES FORCES NUCLÉAIRES

Il est montré, dans cet article, comment le problème fondamental de la structure et de la stabilité nucléaires n'est autre chose que le problème des forces agissant entre les éléments constituants du noyau: les protons et les neutrons et la nouvelle particule pas encore parfaitement connue. Pour faire entrer dans les phénomènes précédents la transformation radioactive accompagnée d'émission de particules légères (électrons et positrons), Fermi a élaboré une théorie qui modifie profondément l'idée des forces agissantes entre les particules lourdes. Cette théorie, malgré ses imperfections actuelles, se présente comme extrêmement suggestive et permet de rapprocher les manifestations nucléaires des idées du même ordre qui prévalent actuellement dans l'interprétation des phénomènes électromagnétiques.

Dans la recherche physique, l'attention générale est maintenant tournée, soit de la part des théoriciens soit de celle des expérimentateurs, vers le domaine de la physique nucléaire. Au début de sa naissance, à laquelle ont coopéré Becquerel, Curie, et surtout lord Rutherford, cette branche de la physique a eu une très grande importance; en effet c'est sur ses bases qu'il a été possible d'établir les lignes générales de la structure de l'atome; ensuite elle a perdu relativement d'intérêt pendant l'âge d'or de la Physique Atomique, au cours duquel la mécanique quantique a été formulée. Mais aujourd'hui, cette branche de la Physique a repris de l'importence, et la recherche a abandonné le champ désormais épuisé des transformations radioactives naturelles; la méthode d'attaque des nouveaux problèmes, qui s'est montrée bien plus féconde, consiste à produire artificiellement des modifications dans la structure nucléaire. Les agents capables d'agir efficacement sur cette structure, employés pour la première fois par lord Rutherford, ont été les particules alpha émises par les substances radioactives elles-mêmes; mais la technique moderne permet aujourd'hui de produire relativement aisément des différences de potentiel de l'ordre de millions de volts, en sorte que des particules chargées et artificiellement accélérées, savoir les protons et deutons, sont devenues très efficaces pour la désintégration artificielle.

Mais l'agent qui s'est manifesté de beaucoup le plus utile pour les investigations est l'autre particule fondamentale lourde, c'est-à-dire le neutron, parce que, ne possédant pas de charge, il n'est pas influencé par la répulsion coulombienne et par suite peut se rapprocher plus facilement du noyau et entrer en interaction avec lui. Les neutrons rapides, ou les neutrons de vitesse beaucoup plus faible, c'est-à-dire de l'ordre de la vitesse thermique aux températures ordinaires, ont fortement contribué au développement moderne de la Physique nucléaire, en produisant de très nombreux noyaux instables qui étaient inconnus au début, et en créant même des éléments radioactifs de nombre atomique supérieur à 92, c'est-à-dire des éléments instables situés au delà de la limite extrême du système périodique.

Rappelons enfin que dans certains cas de réactions nucléaires, on a employé aussi avec succès les quanta de lumière.

Mais les modifications les plus importantes dans l'édifice nucléaire sont l'œuvre des rayons cosmiques; ceux-ci produisent des transformations gran-

dioses qui ont été mises brillamment en évidence par des moyens convenables; mais on n'a pas encore pu se rendre maître de cette catégorie de phénomènes, parce que nous ne sommes pas encore en mesure de connaître complètement la nature des rayons cosmiques et par conséquent d'étudier l'effet des divers élements de cette manifestation complexe.

Comme on l'a déjà signalé, la modification la plus fréquente dans la structure nucléaire, due à ces diverses causes, est la création d'un noyau radioactif instable qui se transforme en une autre espèce atomique ou bien en un autre isotope. Ces transformations sont accompagnées de l'émission de particules lourdes (particules alpha, protons, ou neutrons) et de particules légères (électrons positifs ou négatifs), et de quanta de lumière.

Pour systématiser cet ensemble très vaste de phénomènes mis à jour, le premier problème qui se pose est l'interprétation de l'existence des diverses structures nucléaires; en se basant sur une série de considérations simples et claires, on peut affirmer avec certitude que dans les noyaux il n'existe pas d'électrons, et par conséquent la charge électrique est portée seulement par des protons; la masse totale est la somme des masses des protons et des neutrons, moins une petite fraction (*défaut de masse*) qui, d'après l'identité entre masse et énergie, affirmée par la théorie de la relativité, représente l'énergie dépensée dans la formation du noyau. Entre les protons se manifeste évidemment la répulsion coulombienne, et d'autre part les noyaux, par suite du défaut de masse, manifestent une énergie notable de liaison entre les diverses particules. Le premier problème qui se pose en Physique nucléaire est donc la recherche des forces d'un nouveau type qui permettent précisément la stabilité de l'édifice.

En premier lieu, il faut admettre des forces agissant entre neutrons et protons; mais pour expliquer d'une manière simple une série complexe de manifestations, on arrive encore à conclure qu'il existe une force d'attraction entre les particules de même nom. Ce qui est très important c'est le résultat expérimental obtenu par les recherches modernes exécutées directement sur les protons, qui ont effectivement démontré l'existence de ces forces attractives. Aujourd'hui, parmi les divers problèmes de la physique nucléaire, celui concernant la nature des forces qui agissent entre les particules pesantes occupe une position de réelle importance fondamentale, et l'interprétatiou de ces forces proposée par diverses théories est liée à une modification profonde des conceptions que l'on avait jusqu'ici des particules élémentaires et des rapports entre celles-ci et la radiation.

Nous nous proposons précisément, ici, d'exposer des considérations qui ont été récemment développées au sujet de ce problème; on se rendra compte, ainsi, de l'évolution profonde qu'a subie l'idée de force en passant du domaine de la théorie électronique, dont les applications à la théorie atomique ont conduit à formuler la théorie quantique, au nouveau domaine ouvert par l'étude des proprietés de la matière nucléaire.

***

Avant l'apparition de la nouvelle mécanique quantique, l'interprétation des manifestations physiques se faisait essentiellement en utilisant la notion du champ de force; pour expliquer les phénomènes les plus divers, on imaginait qu'en tout point de l'espace on pouvait définir une valeur par les forces existantes, c'est-à-dire qu'il existait un champ de forces;

ces forces provenaient des points individuels que l'on devait considérer comme sources de ce champ, et ces singularités du champ constituaient les particules matérielles. La tendance générale était de matérialiser le champ, en le considérant comme une modification du milieu. La théorie électronique qui reflétait ces tendances admettait que sur les particules chargées, les seules alors connues, il s'exerçait deux types de force: la force électrique et la force magnétique, reliées entre elles par les relations de Maxwell, et les diverses manifestations pouvaient s'interpréter en se basant sur l'action que les champs électriques et magnétiques exerçaient sur les particules chargées.

Dans ce cadre, on laissait de côté la force de gravité qui selon la conception einsteinienne représentait essentiellement un caractère géométrique de l'espace physique. Les théories qui se sont développées en vue de réduire les diverses manifestations physiques à des forces de nature électrique ou magnétique ont été couronnées de succès très remarquables dans bien des directions. Mais quand on a abordé la théorie atomique et que s'est développée la théorie quantistique, les idées précédentes ont subi, en bien des points, une modification profonde; en outre un nouveau type de force a fait son apparition en Physique, et c'est précisément celui-ci qui a pris une très grande importance dans la théorie de la structure nucléaire.

On peut dire que cette force est issue proprement du postulat fondamental de la théorie quantistique, savoir: les relations d'indétermination de Heisenberg; et cela démontre d'une part son caractère fondamental, d'autre part l'impossibilité d'interpréter claissiquement les manifestations auxquelles ce type de force donne lieu. Pour se rendre compte de la nature de cette force, il faut se rappeler que les conditions d'indétermination de Heisenberg, bases de la théorie quantistique, affirment qu'il est impossible de connaître, avec le degré d'approximation que l'on veut, les conditions initiales du mouvement d'une particule; il existe toujours des limitations pour la mesure de ses coordonnées et des composantes de son impulsion et celles-ci sont intimément liées à la nature du Monde, c'est-à-dire que les progrès ultérieurs de la technique expérimentale ne sauraient absolument pas en avoir raison.

L'impossibilité d'une mesure précise des coordonnées et des composantes de l'impulsion d'une particule entraîne comme conséquence qu'on ne peut pas déterminer théoriquement la trajectoire d'une particule. Mais si l'on ne peut prévoir avec précision ce que devient une particule, la théorie est en mesure d'établir, pour un problème quelconque, une fonction qui donne à tout instant la valeur de la probabilité qu'il y a à trouver la particule en un point quelconque de l'espace. La prévision du mouvement de la particule matérielle qui peut effectivement se faire est une prévision de caractère statistique. Ce résultat, notons-le bien, est fondamental pour tous les développements de la théorie. Cette idée, appliquée par exemple à un ensemble de particules en mouvement, conduit à une limitation, inconnue de la Physique classique, concernant les considérations à faire sur cet ensemble. En effet, si, classiquement, dans un ensemble de particules toutes égales, il est possible, au moins théoriquement, de les imaginer toutes dénombrées, distinctes, de suivre leurs trajectoires respectives, et par suite de continuer dans le temps à les considérer comme distinctes, on ne peut pas, en se basant sur la théorie quantistique, suivre les particules d'un ensemble sur leurs trajectoires

individuelles; par conséquent on ne peut plus les considérer comme des particules distinctes dans leur mouvement et on ne peut pas non plus imaginer la possibilité de les individualiser respectivement. Dans les considérations statistiques à appliquer à un ensemble de particules matérielles élémentaires, on doit donc retenir au premier plan ce résultat fondamental: cela n'a aucun sens de considérer comme états distincts d'un ensemble deux états qui ne se distinguent que par l'échange entre deux particules égales.

La parfaite égalité des particules était bien connue de la Physique classique, mais c'est dans la Physique quantique que ce résultat a une portée profonde et efficace parce qu'en elle intervient aussi la possibilité idéale d'arriver à distinguer les diverses particules.

Lorsque cette possibilité d'échange entre deux particules qui sont, comme on l'a dit, indiscernables, est énoncée dans le domaine de la théorie des quanta, cela conduit à admettre l'existence de forces nouvelles que la Physique classique est dans l'impossibilité d'expliquer. Considérons en effet deux électrons, attirés par deux centres distincts; il est impossible d'affirmer que l'un de ces électrons appartient à un centre, et l'autre à l'autre centre. Leur parfaite égalité et indiscernabilité entraîne comme conséquence qu'il y a la possibilité d'un échange entre ces deux électrons. Par suite de ce fait et comme le montre le calcul, qui tient compte de cette possibilité d'échange réciproque des électrons, les deux centres, avec les électrons qui les entourent, qui exercent sur eux-mêmes une action réciproque due à l'effet des forces coulombiennes d'attraction et répulsion, sont encore en interaction par le fait que les électrons échangent leurs positions. L'origine de cette interaction dépend toujours, en dernière analyse, de l'attraction électrique qui agit sur les électrons; mais cette action n'apparaît que tout autant que les deux électrons peuvent être considérés comme ayant changé de position par rapport aux deux noyaux. Intuitivement, on voit que cette interaction est d'autant plus grande que l'échange est plus rapide, c'est-à-dire quand les deux centres sont plus liés et plus voisins l'un de l'autre. De l'existence de cette énergie d'interaction qui doit évidemment dépendre de la distance de deux noyaux, dérive l'existence d'une force qui, comme on le voit, est de nature purement quantistique.

Les conséquences qui ont été tirées de l'existence de cette force ont été fort grandes; pour en faire ressortir l'importance, il suffit de dire que c'est de cette manière qu'on a expliqué les *liaisons homopolaires* et par suite la stabilité de toutes les molécules chimiques qui n'ont pas leurs atomes constituants à l'état d'ions; ainsi donc cela a permis de résoudre un des problèmes les plus importants de la Chimie.

Ce résultat démontre comment on peut, au moyen d'une modification profonde des idées concernant les particules fondamentales, expliquer des faits primordiaux tels que la liaison chimique homopolaire qui jusqu'alors était demeurée absolument énigmatique.

L'existence de cette force a permis d'expliquer le phénomène, qui se présentait également énigmatique, du ferro-magnétisme.

***

Pour expliquer la stabilité de l'édifice nucléaire constitué par les protons et neutrons, malgré la répulsion coulombienne entre les protons, il faut

retenir qu'entre ces particules agissent des forces d'attraction. Ces forces ont été considérées comme des forces d'échange et en se basant sur cette conception il a été possible de développer une theorie de la stabilité nucléaire; en outre, pour tenir compte de certaines particularités observées, on a introduit d'autres forces dépendant du moment magnétique des particules. Enfin, comme on l'a déjà dit, il faut encore imaginer dans les noyaux l'existence de forces attractives entre les particules du même nom.

On a fait de nombreux essais pour expliquer, en se basant sur ces positions, les données expérimentales que l'on possède au sujet des diverses stabilités nucléaires, en particulier les défauts de masse. On ne peut pas dire que dans ce domaine de recherches on soit arrivé à un accord satisfaisant entre la théorie et l'expérience et ici nous ne nous occuperons pas de la structure et de la mécanique des noyaux. On ne manque pas de raisons pour retenir que l'orientation génerale de la recherche est certainement bien fondée. Elle a reçu des développements ultérieurs, que nous allons exposer, dans des essais exécutés pour encadrer dans cet ensemble d'autres manifestations. Il y aura probablement dans l'avenir des modifications dans ces théories, mais il est très intéressant que ces essais mettent en lumière d'une façon toute nouvelle le problème des forces nucléaires et le relient d'une certaine manière aux autres manifestations, précisément à celles du champ électromagnétique, qui sous l'influence de la théorie des quanta ont elles aussi subi une profonde modification. Ce rapprochement de ces deux conceptions a été utilisé dans une théorie nouvelle énoncée par Fermi, théorie née de la nécessité d'interpréter une transformation nucléaire rencontrée dans les noyaux radioactifs naturels et artificiels. Il est bien connu, en effet, que parmi les manifestations nucléaires naturelles, il y a celle qui consiste dans l'émission, de la part d'une espèce nucléaire instable, d'un électron négatif, et que dans les noyaux rendus radioactifs artificiellement on peut rencontrer aussi l'émission d'un électron et dans d'autres l'émission d'un positron. Il est désormais acquis expérimentalement que dans l'émission de ces particules, toute l'énergie que perd le noyau dans l'acte de la transformation ne se trouve pas concentrée dans les particules légères et d'autre part ne se trouve pas émise sous forme de quantum de lumière. D'un autre côté, les résultats obtenus relativement aux désintégrations bêta de noyaux radioactifs artificiels légers ont montré nettement, d'accord avec d'autres recherches antérieures, qu'il est impossible d'imaginer que le principe de conservation de l'énergie soit valable « statistiquement », c'est-à-dire puisse ne pas se vérifier par excès ou par défaut, dans une transformation unique, mais qu'ensuite il soit vérifié statistiquement sur un ensemble de transformations de la même espèce nucléaire. D'ailleurs les raisons qui poussent à considérer ce principe comme valable également dans toute manifestation individuelle, sont évidemment très convaincantes, parce que sans ce principe on verrait disparaître un fil conducteur qui s'est toujours montré tout à fait d'accord avec l'expérience; il en résulte par conséquent que, si l'on admet comme valable le principe de conservation, on est forcé de retenir que la fraction d'énergie qui ne se retrouve pas dans l'électron négatif ou positif dans l'émission bêta est absorbée par une autre particule; et évidemment celle-ci doit être neutre, puisque l'atome perd seulement une charge électrique, et elle doit posséder une puissance de pénétration très élevée, puisqu'elle échappe jusqu'à présent à n'importe quel

contrôle expérimental; l'émission bêta doit donc être constituée par l'émission d'un électron ou positron, et d'une particule neutre de masse extrêmement petite sinon nulle. La phénoménologie de la transformation bêta peut facilement s'interpréter en admettant en outre que cette particule porte en elle-même un moment de quantité de mouvement, d'une manière analogue à toutes les autres particules matérielles que l'on connaît (protons, neutrons, positrons et électrons) et qui suive la loi statistique de Fermi, et par suite la même que celle des autres particules élémentaires. Toutes ces propriétés attribuées à cette particule malheureusement hypothétique appelée *neutrin* peuvent être considérées comme une conséquence de l'hypothèse faite; elles sont donc strictement liées à l'hypothèse de la validité du principe de conservation de l'énergie. Le neutrin a aussi un ensemble de propriétés qui le rapprochent beaucoup d'une particule matérielle.

Ce qui reste absolument indéterminé, c'est la masse à l'état de repos de cette particule et le moment magnétique; mais on peut dire que cette masse doit être très petite parce que cette particule, que l'expérience n'a pas encore révélée, possède une très grande puissance de pénétration et la même chose peut se dire pour le moment magnétique.

En se basant sur les propriétés que l'on doit attribuer à cette particule, on est porté à retenir finalement que l'on peut appliquer au neutrin la même équation que celle qui s'applique à l'électron, c'est-à-dire l'équation de Dirac, avec la modification suivante: la charge nulle et masse extrêmement petite. Puisque l'équation de Dirac prévoit, outre les solutions positives qui représentent les électrons, des solutions négatives qui représentent les positrons, de même en appliquant l'équation de Dirac aux neutrins, on doit nécessairement admettre l'existence d'autres particules, les *antineutrins* qui correspondent aux positrons mais cependant ne présentent pas de différence avec les neutrins, puisque ces deux particules, neutrins et antineutrins, ont une charge nulle.

***

L'importance de l'introduction de cette particule, en outre de la possibilité de maintenir, grâce à elle, le principe de conservation de l'énergie, consiste dans l'évolution produite dans la notion de forces entre les particules lourdes, et dans le nouvel aspect qui en résulte pour les idées modernes relatives à ces dernières.

En effet, puisqu'il y a des raisons profondes pour lesquelles il y a lieu d'exclure l'idée qu'il y a des électrons dans l'intérieur du noyau, on est porté à admettre, selon Fermi, que l'émission d'un électron de l'intérieur d'un noyau, qui est accompagnée, comme on l'a dit, de l'émission d'un neutrin, doit s'interpréter comme la transformation d'un neutron en proton avec l'apparition simuitanée d'un électron et d'un neutrin. De cette manière les deux particules lourdes fondamentales, le neutron et le proton, sont coordonnés entre elles dans une relation d'interdépendance; ces deux particules peuvent se transformer l'une dans l'autre et cette transformation laisse la charge totale inaltérée, mais elle est accompagnée de la création d'un neutrin et d'un électron quand c'est le neutron qui se transforme en proton, ou de la création d'un positron et d'un antineutrin quand il se produit la transformation inverse.

Cette interprétation de la transformation bêta pose des problèmes de

nature complètement nouvelle; elle considère, en quelque sorte, la particule lourde comme unique, mais capable de pouvoir prendre deux aspects différents. Il se présente tout de suite l'idée de considérer les deux aspects de la particule lourde comme deux états quantiques, et la production de l'électron et du neutrin comme le passage d'un état à l'autre, passage comparable à la production d'un quantum de lumière. Naturellement il faut attribuer à cette analogie la valeur qu'il y a lieu d'attribuer à toutes les analogies, c'est-à-dire qu'elle est très utile pour donner une orientation mais même capable de conduire à des conclusions entièrement erronées si on la développe sans la soumettre à un examen très serré; mais dans le cas actuel cette analogie s'est montrée extrêmement féconde.

En premier lieu, la dite conception peut bien être traduite, comme l'a fait Fermi d'une manière très claire, sous forme analytique. Certains aspects de la formulation théorique proposée se présentent comme fort importants; en effet si un neutrin et un électron peuvent être produits par la transformation d'une particule lourde d'une espèce en une autre de l'autre espèce, il s'ensuit qu'analytiquement la fonction qui donne la probabilité pour que le neutrin puisse se trouver en un point déterminé de l'espace, et la fonction analogue de l'électron, doivent dépendre de la fonction de la particule matérielle lourde, d'une manière analogue au phénomène de l'émission d'un quantum de lumière; en pareil cas en effet, la fonction déterminant la position de l'électron, dont la variation d'état stationnaire donne lieu à l'émission du quantum, est liée au vecteur potentiel qui détermine le champ électromagnétique, c'est-à-dire à une entité qui est en relation avec le quantum de lumière produit par la variation d'état stationnaire. Ceci signifie que dans le cas de l'émission bêta, il doit y avoir, dans l'expression de l'énergie totale du système formé par les particules lourdes et par les électrons et neutrins, un terme qui représente l'action réciproque entre la particule lourde qui change d'état et les deux particules produites; de même que, dans le cas des particules matérielles et des quanta de lumière, il y a un terme qui représente la liaison entre le champ électromagnétique et la particule matérielle.

Dans le cas de l'émission de lumière relativement aux basses fréquences, c'est-à-dire lorsqu'on peut considérer la théorie classique comme valable, il y a moyen de connaître l'énergie de liaison entre le champ électromagnétique et la particule matérielle et par conséquent de tenir aussi pour valable cette expression dans le cas des grandes fréquences, c'est-à-dire dans l'ordre d'idées quantique; mais dans le cas du passage de l'état de neutron à celui de proton accompagné de production d'électron et de neutrin, on n'est pas guidé par le principe de correspondance, et l'unique condition à satisfaire est que l'expression du terme de liaison soit invariante au point de vue de la théorie de la relativité. Cette condition limite évidemment les diverses expressions possibles pour l'énergie d'accouplement, mais ne caractérise pas complètement le type d'interaction; cependant, tout en reconnaissant une certaine incertitude dans l'expression de ce terme d'interaction, on peut le formuler et par suite la théorie de l'émission bêta peut être complètement développée. Ainsi donc on peut établir une relation qui lie l'énergie maximum acquise par les électrons d'une transformation bêta, à la période de vie moyenne de l'espèce nucléaire qui se désintègre, et en outre on peut prévoir l'allure de la répartition des vitesses des électrons émis. L'accord

avec les données de l'expérience est possible dans une certaine mesure en admettant que le neutrin possède une masse quasi nulle ou nulle.

Il y a un point caractéristique de cette théorie qui est fort intéressant: dans l'expression du terme de liaison des quanta avec les corpuscules matériels, se présente comme quantité essentielle une constante fondamentale, et c'est la charge électronique, laquelle détermine pour ainsi dire l'intensité de l'accouplement entre la particule matérielle et le champ; dans la transformation des neutrons et protons en neutrins et électrons, il doit nécessairement apparaître une nouvelle constante qui détermine d'une manière analogue l'entité de l'accouplement entre la particule lourde et le champ des neutrins et électrons. C'est précisément cette constante qui établit la facilité du passage de neutron à proton, c'est la constante qui règle la transformation des particules lourdes les unes dans les autres. On tire la valeur de cette nouvelle constante de la comparaison avec les données expérimentales de la transformation bêta; et cette grandeur représente évidemment une nouvelle constante fondamentale.

Le fait de considérer l'émission bêta comme un phénomène en quelque sorte analogue à l'émission d'un quantum de lumière conduit encore, pour des raisons d'analogie, c'est-à-dire en conséquence de l'interprétation des forces électromagnétiques qui dérive de la quantisation du champ, à une autre conception soit pour la force d'échange agissante entre protons et neutrons, soit pour la force d'attraction agissante entre les particules de même nom.

Le problème du comportement du champ électromagnétique pour les grandes fréquences, c'est-à-dire pour les mouvements rapides des électrons, se heurte, comme on l'a dit, à de très grandes difficultés théoriques; cependant tout en n'étant pas encore en état de pouvoir formuler une électrodynamique quantique valable sans limitation, exempte de contradictions ou d'imperfections, on peut obtenir dans ce problème, sous certaines réserves, des résultats satisfaisants, c'est-à-dire qu'on peut obtenir en premier lieu la quantisation du champ, ce qui signifie que l'on parvient à décrire le champ électromagnétique de manière à obtenir que la radiation, réagissant sur les particules matérielles, soit absorbée ou émise par des quantités déterminées proportionnelles à la fréquence. En développant cette théorie à la manière relativiste, l'interaction électrostatique entre deux charges prend un aspect entièrement nouveau. En effet, le champ électromagnétique est représenté par un quadrivecteur qui, dans la théorie en question, se développe en ses quatre composantes suivant des séries de Fourier; de cette manière également la quatrième composante qui représente le potentiel scalaire, c'est-à-dire l'attraction coulombienne, se trouve représentée par les éléments d'une série de Fourier, et par conséquent donne lieu à des ondes qui, comme les autres engendrées par la décomposition du quadrivecteur, sont soumises à quantisation; de cette manière, dans l'expression de l'énergie totale (énergie des particules, du champ, et de l'interaction), ce terme coulombien se trouve représenté par cet ensemble d'ondes soumises à quantisation. La théorie conduit alors au résultat que les particules électrisées exercent entre elles une action réciproque parce que chacune réagit sur le champ électromagnétique et cette réaction se produit par quantités finies, c'est-à-dire par quanta, et puis ces quanta exercent leur action sur l'autre particule.

De cette manière l'attraction entre les charges est encore pour ainsi dire transportée par le milieu, mais dans un sens entièrement nouveau; au lieu de l'idée de ligne de force reliant idéalement les deux particules, l'action s'exerce indirectement, c'est-à-dire par le moyen d'ondes quantisées qui réagissent sur les particules. Ce nouvel aspect que prend l'électromagnétisme est une conséquence de la quantisation du champ, quantisation qui doit être étendue aussi à la quatrième composante du quadrimetre, c'est-à-dire au potentiel coulombien pour que les expressions soient d'accord avec les idées relativistes. En d'autres termes, la théorie quantique, dans sa formulation relativiste, ne connaît pas l'interaction directe des charges, mais une interaction médiate à travers le champ quantisé.

L'analogie entre l'émission de quanta par variation d'état stationnaire d'un système atomique et la production du couple neutron-électron par variation de l'état stationnaire de la particule lourde, conduit évidemment au résultat qu'également l'interaction entre les deux particules lourdes proton-neutron peut être interprétée comme due à l'intervention de la production des neutrins et électrons. Le phénomène serait du type suivant: un neutron se transforme en proton et par suite entre en interaction avec les électrons et les neutrons, de même qu'un proton entre en interaction avec les positrons et les antineutrins avec transformation en neutron; les couples d'électron et antineutrin, de positron et neutrin, produits dans ces deux transformations, s'annulent par échange et par conséquent on revient aux conditions initiales avec l'unique modification de l'échange d'un neutron avec un proton. Donc, en admettant ce phénomène, l'énergie d'échange entre deux particules hétérogènes proton-neutron peut s'interpréter comme dépendant de l'interaction des deux particules avec le champ des neutrins et électrons.

Partant donc des idées fondamentales de la théorie de l'émission bêta, on peut expliquer l'énergie d'interaction des particules et par suite en dernière analyse on peut déterminer la valeur de la force attractive neutron-proton qui doit évidemment devenir une fonction de la nouvelle constante fondamentale introduite en Physique par la théorie de Fermi de la transformation bêta.

Dans cette nouvelle conception, grâce à laquelle soit les forces du champ électromagnétique soit celles entre particules lourdes, neutrons et protons, deviennent dépendantes des interactions avec d'autres éléments des particules fondamentales (ondes quantisées dans le cas des actions coulombiennes et des actions éléctromagnétiques, ou bien électrons et neutrins dans le cas des attractions entre deux particules lourdes), on doit encore faire entrer aussi les forces d'attraction entre les particules de même nom. Ceci est bien possible en imaginant le schéma suivant: un neutron se transforme en proton en émettant le couple électron-neutrin, un autre neutron se transforme à son tour en émettant une autre paire électron-neutrin, et les deux protons ainsi formés absorbent la paire électron-neutrin émise par l'autre particule: le système retourne ainsi aux conditions initiales, mais les deux neutrons, en subissant la transformation en proton et puis la transformation en neutron, ont été en interaction entre eux. Cette interaction est ainsi d'un degré supérieur et conduit à prévoir l'existence aussi d'une force entre particules du même nom, comme les données expérimentales l'exigent.

Comme on l'a déjà dit, il est possible de traduire en langage mathéma-

tique les idées qui viennent d'être exposées et en conséquence arriver à une formulation quantitative de ce qu'on a exposé; mais si l'on peut obtenir un accord raisonnable au sujet de l'émission bêta en attribuant une masse nulle au neutrin, ce n'est pas d'une manière satisfaisante qu'on réussit à déterminer la valeur des forces qui agissent entre les diverses particules élémentaires.

L'extension, ci-dessus exposée, de la théorie de Fermi à l'interprétation des forces agissantes entre les particules lourdes ne peut pas, en l'état actuel, être considerée comme satisfaisante. En effet, si la théorie de Fermi explique, en bon accord avec les données expérimentales, la transformation bêta, ceci en se basant sur une valeur spéciale de la nouvelle constante universelle, l'extension ci-dessus prévoit, avec une même valeur pour la constante, une valeur de la force attractive entre proton et neutron qui est beaucoup plus petite que la valeur que l'on tire des données expérimentales; en outre, la force agissante entre particules du même nom, en conséquence des idées ci-dessus exposées, se trouve dépendre d'une interaction d'ordre supérieur, et par conséquent la force agissante est beaucoup moins intense; au contraire, il résulte des données expérimentales que la force agissante est la même, soit pour les particules différentes, soit pour les particules de même nom.

L'imperfection de la théorie dans son état actuel ressort encore du fait que les particules sont placées dans les noyaux à une certaine distance moyenne d'équilibre, et cela signifie qu'en outre une force répulsive doit agir entre elles lorsque ces particules deviennent très voisines les unes des autres; par suite il est évident que les idées proposées ne peuvent être qu'une approximation parce que d'après elles on obtient seulement des forces attractives.

L'interprétation proposée, de laquelle il résulte que les forces agissantes entre les particules fondamentales peuvent être traitées par analogie avec celles du champ électromagnétique, se présente, même dans son état encore incomplet, comme extrêmement intéressante.

Le défaut d'accord de la théorie avec l'expérience, en se basant sur les recherches les plus récentes, semble pouvoir dépendre du fait que dans les considérations ci-dessus on ne tient pas compte de la présence d'une autre particule fondamentale encore inconnue. Et en effet, dans ces derniers temps on a intensifié les recherches de manière à rendre absolument certains les indices déjà obtenus de l'existence d'une autre particule de masse intermédiaire entre celle du proton et celle de l'électron. Cette particule, avec cette valeur spéciale de masse et une valeur spéciale de son moment magnétique, permettrait de résoudre complètement les difficultés énoncées au début.

Le plan théorique dérivant de la conception de Fermi de la transformation bêta apparaît, dans l'état actuel des recherches, comme extrêmement fécond pour le développement de nos connaissances concernant les forces agissantes entre les particules élémentaires.

Napoli, R. Università, Istituto fisico.

ANTONIO CARRELLI

(Traduit par Colonel Cros, Paris).

MICHAEL SCOT: UN PIONNIER ÉCOSSAIS DE LA SCIENCE

Michael Scot fleurit dans la première moitié du XIII^e siècle. Il fut l'un des premiers traducteurs des écrits scientifiques et mathématiques arabes. Il étudia en Espagne et en Italie et finit par atteindre la Sicile où il devint astrologue et philosophe à la Cour de l'Empereur Frédéric II. Ses sujets favoris étaient la philosophie naturelle, l'astronomie, l'astrologie, la physiognomonie, et l'art des prédictions. Sa *Physionomia* eut la plus large circulation en manuscrit pendant 250 ans et, ensuite, sous forme de nombreuses éditions imprimées. Dans un mémorandum traitant des idées essentielles de l'alchimie il ne mentionne ni la transmutation ni la Pierre Philosophale: son point de vue était donc celui des Gréco-Egyptiens plutôt que celui des transmutationistes plus récents de l'Europe Occidentale. Au cours des siècles qui suivirent sa mort on en vint à le regarder comme un magicien et un nécromant, et de nombreuses légendes se sont cristallisées autour de son nom. La connaissance que nous avons de lui est fragmentaire, mais il apparaît comme le plus éminent des Britanniques dignes de prendre place dans l'histoire de l'Italie médiévale.

Le grand corps de savoir accumulé par les Musulmans commença de filtrer en Europe Occidentale au cours du XII^e siècle. Le mouvement intellectuel qui en résulta devait illuminer la nuit du Moyen Age; ses porteurs de torches furent les traducteurs du XII^e et du XIII^e siècles ainsi que les Encyclopédistes qui suivirent leurs traces. Les traducteurs eurent pour tâche d'établir des versions latines de manuscrits écrits pour la plupart en arabe et datant du VIII^e siècle ou de plus tard. Les traducteurs furent ainsi attirés vers les fameux centres de savoir espagnols, en particulier vers Tolède; quelques-uns se dépensèrent également en Sicile, en Syrie et dans d'autres terres méditerranéennes. Les plus éminents de ces premiers traducteurs furent Adelard de Bath, Robert de Chester, Hermann de Carinthie et Michael Scot.

Ce dernier fut, des nombreux fils pittoresques et romantiques d'Écosse, l'un des plus pittoresques et des plus romantiques; mais à cette distance, sa silhouette ne nous apparaît que vaguement à travers un *haar* [1] de légende et de tradition. Même les dates et les lieux de sa naissance et de sa mort nous sont inconnus. Son grand compatriote, homonyme et compagnon en « magie nordique », Sir Walter Scott, l'a, comme d'autres, faussement identifié avec ce Sir Michael Scot de Balwearie, près de Kirkcaldy, Fife, qui « fleurit au XII^e siècle et fut l'un des ambassadeurs chargé d'accompagner la Dame de Norvège en Écosse après la mort d'Alexandre III ». [2]

D'après les recherches de Wood Brown [3] et le travail plus récent et plus critique de Haskins [4] il apparaît que Michael Scot, Michael Scotus

[1] Brouillard sur la côte.

[2] Sir W. SCOTT, *The Lay of the Last Minstrel*, Appendice, Note O.

[3] J. WOOD BROWN, *An Enquiry into the Life and Legend of Michael Scot*, Edinburgh, 1897.

[4] C. H. HASKINS, *Studies in the History of Mediaeval Science*, Cambridge, U.S.A., 1924. Les hypothèses sur les dates et la succession des événements dans la carrière de Michael Scot adoptées par Wood Brown et plus tard par Ferguson (« Bibliotheca Chemica », Glasgow, 1906) ont été rejetées comme intenables par Haskins, dont on a utilisé les conclusions dans le récit présent. D'après Wood Brown Michael Scot serait allé de Paris à Bologne, puis en Sicile et enfin en Espagne (de 1209 a 1220 environ); une seconde période en Sicile (1220 à 1230) aurait été suivie par un retour à Oxford, puis en Écosse où notre héros serait mort.

ou Michael l'Écossais, naquit dans la Marche Écossaise pendant le dernier quart du XII^e siècle et mourut vers 1236. On ne sait s'il est mort à l'étranger ou en Écosse. Suivant un récit il fut tué en Allemagne ou en Italie par la chute d'une pierre durant la messe, quoiqu'il eût pris la précaution assez extraordinaire de coiffer un casque de métal. Comme alternative il existe une légende encore plus improbable d'après laquelle il aurait succombé en Écosse au poison d'un brouet préparé avec la viande d'une truie *breme*.[1] Des traditions locales veulent encore qu'il ait été enterré à Melrose Abbey ou à Holme Cultram dans le Cumberland.

Comme Roger Bacon, et environ 40 ans après lui, il semble avoir étudié à Oxford puis à Paris où, d'après Ferguson, il « acquit la plus grande réputation du monde comme maître des arts polis: grammaire, rhétorique, logique, arithmétique, musique, mathématiques et astronomie ». De Paris, Michael descendit vers le Sud — premier d'une suite illustre d'Écossais voyageurs dans leur marche à l'étoile incertaine de la science médiévale. Le cours et la suite de ses voyages ne peuvent plus être retracés mais l'on sait qu'il fut à Tolède en 1217, et à Bologne dans l'automne de 1220. La première date établie dans sa carrière est à vrai dire le 18 août 1217: c'est le jour où il acheva à Tolède sa traduction du *De Sphaera* d'al-Bitrogi. C'était alors un adulte ayant sans doute une expérience de quelques années de vie en Espagne. C'est encore à Tolède qu'il fit, à partir d'un texte hébreu ou arabe, la première traduction latine de l'*Historia Animalium* d'Aristote qui devait rester largement en usage pendant les deux siècles suivants; c'est là encore qu'il paraît avoir mis au jour de nouvelles versions du *De caelo et mundo* et du *De anima*.

La haute valeur de Michael Scot en lettres latines, hébraïques et arabes fut plusieurs fois reconnue par les papes entre 1224 et 1227; il reçut permission d'obtenir des bénéfices en Angleterre et en Écosse et on lui offrit même l'archiépiscopat irlandais de Cashel. Son habileté philosophique lui valut l'estime du célèbre mathématicien Leonardo de Pise et ses écrits montrent aussi une certaine familiarité avec la médecine, la musique et l'alchimie.

A la fin, vers 1227, il atteignit la Sicile et fut attaché à Frédéric II, Saint Empereur Romain et Roi de Sicile et de Jérusalem, au titre d'astrologue de Cour et de « philosophe ». Dans cette Cour cosmopolite, sur une terre où s'étaient exercées les influences culturelles de la Grèce, de Rome et de l'Islam, il trouva un champ plus large d'intérêts et d'activités. C'est peut-être à cause de l'intérêt que l'Empereur marquait aux animaux et aux oiseaux que Michael traduisit et lui dédia l'*Abbreviatio Avicenne de animalibus*; mais dans l'ensemble son esprit se déplaça alors de la philosophie naturelle vers l'astronomie, l'astrologie, la physiognomonie et l'art des prédictions. Ses prédilections sont clairement marquées dans les trois traités qui se font suite et qui forment les plus importants de ses écrits; ils ont pour titres *Liber introductorius*, *Liber particularis* et *Physionomia*, et n'ont pas été achevés plus tôt que 1228. Les deux premiers n'ont jamais été imprimés.

La *Physionomia* fut un des premiers « succès de librairie ». Après avoir joui d'une circulation intense sous forme manuscrite pendant 250 ans, on l'imprima en 1477; avant la fin du siècle, de nombreuses autres éditions virent le jour; et dans l'ensemble on dit que 50 éditions et traductions

[1] Enragée.

en ont été publiées. Quoique l'ouvrage ait été traduit en allemand, italien, français et même en polonais, il n'en existe aucune version anglaise. En dépit de son titre le *Physionomia* est en partie médical, en partie physiologique, puisqu'il traite de diverses considérations pré-natales et de la naissance aussi bien que des apparences de la complexion et de l'interprétation du caractère, des maladies et du tempérament tels qu'on peut les déduire d'une étude physiognomonique.

Michael Scot a pris très au sérieux la science astrologique mais il eut soin (comme il était nécessaire à cette époque) de tracer une frontière marquée entre le savoir légitime et la magie illégitime. Il n'en crut pas moins à la divination dont il mentionne 28 espèces et écrivit longuement sur les arts magiques. Ses écrits sur l'astrologie — qu'il considérait, suivant l'esprit de son époque, comme de l'astronomie appliquée — eurent une grande vogue au Moyen Age; et sa position comme interprète de la première science européenne peut être largement basée sur les trois traités que nous examinons maintenant. Son *Liber introductorius*, auquel le *Liber particularis* sert, dans une certaine mesure, de supplément, fut conçu comme une exposition de l'astrologie en termes simples: c'est un mélange d'astronomie, d'astrologie et de météorologie avec des digressions sur la valeur mystique des nombres, la musique des sphères et autres idées pythagoriciennes.

La vie intellectuelle de Michael ne se limitait pas à l'exposition et à la discussion de tels sujets. Il avait un goût prononcé pour les observations, les calculs et les expériences: il brûlait d'appliquer son savoir à effectuer des calculs astronomiques ainsi qu'à prédire les événements d'une campagne, à déterminer les époques favorables pour des entreprises spécifiques, et ainsi de suite.

Michael Scot nous apparaît vaguement, à travers le brouillard de sept siècles, comme érudit, traducteur et astrologue. Il est beaucoup plus difficile cependant de voir l'alchimiste qu'il fut. Qu'il ait été familier avec l'alchimie de l'Islam, cela résulte assez de ses liens étroits avec un patron de la science arabe aussi éminent que Frédéric II; mais sa position de collaborateur original à la littérature ou à la pratique de l'alchimie est obscurcie par les fausses attributions des siècles suivants. Celles-ci comprennent par exemple celle de la *Quaestio curiosa de natura Solis et Lunae* (« Recherche curieuse sur la nature du soleil et de la lune ») petit ouvrage consaeré entièrement à la transmutation et à la Pierre Philosophale, attribué à « Michaele Scoto » dans les *Pretiosa Margarita Novella*, célèbre publication Aldine de 1546. Par bonheur une idée précise de ses doctrines essentielles au sujet de l'alchimie nous est fournie dans la dernière partie du *Liber particularis* sous la forme d'une réponse à une des nombreuses questions qui lui avaient été posées par l'Empereur sur divers points d'une intérêt scientifique. Ce mémorandum,[1] qui traite de la nature des métaux, s'exprime de la façon suivante:

« Le métal est une certaine substance de ce qu'on nomme seconde composition. Il en existe sept espèces, à savoir; le fer, le plomb, l'étain, le bronze, le cuivre, l'argent et l'or. Vous devez savoir que ceux-ci sont engendrés par une combinaison de mercure, de soufre et de terre; et de l'union des matières de leurs composants résultent leur poids et leur couleur.

[1] Pour l'original Latin voyez HASKINS, *op. cit.*, p. 295. Les passages de traduction incertaine ont été placés entre crochets.

« L'or a en lui plus de soufre que de mercure; l'argent a plus de mercure que de soufre et de terre; le fer a plus de terre que de mercure, et ainsi de suite.

« Toute chose a de nombreux pouvoirs, en combinaison scientifique ou autres puissances. Par exemple: l'or finement broyé est plein de vertus pour les vieillards qui veulent vivre en meilleure santé et rajeunir, s'ils le prennent dans leur nourriture; et avec de l'or on peut obtenir de nombreuses pièces d'argent pour faire des paiements, de nombreux colliers sont fabriqués, des ustensiles sont décorés de ce métal, qui donne la possession de femmes et de nombreuses choses. L'argent peut acheter de l'or, et avec l'argent on peut obtenir et faire de nombreuses choses comme avec l'or: monnaies, ustensiles, etc.

« L'étain est utile pour faire des ustensiles et pour apprêter le fer forgé et le bronze. On peut en dire autant du plomb, du bronze, etc. Les métaux sont traités scientifiquement selon l'enseignement de l'art d'alchimie grâce à certaines additions de poudres et par l'intermédiaire des esprits dont il existe quatre espèces, à savoir: le mercure, le soufre, l'orpiment et le sel ammoniac. A partir de l'or, avec l'addition de certaines autres choses, on peut faire, en apparence, plus d'or; à partir de l'argent et du bronze blanchis par une préparation chimique, on fait, en apparence, plus d'argent, et ainsi de suite.

« De l'argent, on fait aisément de l'azur.[1] Du plomb, on fait aisément du plomb blanc. Du bronze, on fait aisément une couleur verte avec du vinaigre fort et du miel. Du plomb et du bronze, etc., on fait un autre métal. De l'étain et du bronze on fait [une espèce de bronze][2] avec une médecine. Le vif-argent détruit tout métal comme il apparaît clairement des monnaies qu'il touche et de l'étain dont une baguette se brise quand il le touche, et ainsi de suite.

« Avec le plomb on fait des copeaux de [matière sourde][3] par quoi le son est amorti. Le vif-argent tue celui qui le mange et ôte l'ouïe s'il tombe dans les oreilles. L'eau des métaux, comme de fer, arsenic, vitriol, chaux et vert-de-gris, rongent et brisent l'acier. [C'est de matières communes et de marcassite de fer qu'est fait l'acier][4] et c'est grand'merveille ».

Ce texte, si décousu et parfois trivial qu'il apparaisse, n'en est pas moins important puisqu'il nous donne un des aperçus les plus anciens, à travers des yeux européens, de quelques conceptions fondamentales de l'alchimie médiévale. La composition des métaux est conforme à la théorie soufre-mercure de l'école de Jabir; l'or est reconnu comme une médecine puissante et la possibilité de teinter des métaux ou des alliages pour simuler l'or ou l'argent est également reconnue.

La conclusion la plus importante qu'il faut tirer du texte de Michael est celle-ci: que son étude des traités d'alchimie de l'Islam ne lui avait pas imposé l'idée d'une transmutation de métaux vils en or réel. Il ne mentionne

[1] *Azurum* - Voyez *The Works of Geber*, mises en Anglais par RICHARD RUSSELL, 1678, nouvelle édition (ed. E. J. Holmyard), Londres, 1928, 65; c'est-à-dire *Sum of Perfection*, I, III, 9: « Exposé aux fumées de Corps aigres, tels que *Vinaigre, Sel ammoniac*, etc., il [l'argent] prendra une merveilleuse *Couleur Céleste* ».

[2] *Pellrum.*

[3] *Lime surde.*

[4] *Ex vilibus et muracido ferro fit ferrum andanicum.*

ici ni la transmutation ni la Pierre Philosophale, indiquant par là que la fabrication supposée de l'or, qui devint une folie au cours du XVe siècle, ne s'était pas encore emparée de l'imagination humaine. Son point de vue à ce sujet semble être resté celui des Gréco-Égyptiens qui fabriquaient des imitations d'or ou d'argent plutôt que le point de vue des « pseudo-alchimistes » de l'Europe Occidentale et de l'auteur du traité ci-dessus mentionné, *Quaestio curiosa de natura Solis et Luna.*[1]

Ainsi Michael ne fait aucune allusion à cet « élixir » qui, dans le langage du *Miroir d'Alchimie,* « quand il est projeté sur métaux ou corps imparfaits, les parfait pleinement dans la projection même ». Pourtant il présage l'essentiel de la remarque qui suit d'après laquelle « selon la pureté et impureté des deux susdits principes, vif-argent et soufre, purs et impurs métaux se trouvent engendrés ». Certaines parties de son mémorandum trouvent aussi des analogies étroites dans le *Semita Recta* d'Albertus Magnus et dans le latin Geber. Le *Semita Recta*, par exemple, reconnaît quatre principes sous les noms de mercure, soufre, « orpyment » et « arcenyke », et le Geber latin signale six corps métalliques — l'or, l'argent, le plomb, l'étain, le cuivre et le fer — « lesquels sont l'*Effet* de ces *Principes* de *Nature* » (soufre, arsenic et vif-argent). Geber dit aussi de l'or qu'il est « une *Médecine* réjouissant et conservant le *Corps* en *Jeunesse*. On le brise le plus aisément avec le *Mercure* ». Traitant de ce vil métal, le plomb, il déclare qu'il « participe fort d'une *Substance Terrestre* »; mais il diffère de Michael quand il ajoute que « lavé, il est par ce *Lavement* mué en *Etain* » et, par un traitement plus poussé, en argent.

Si rares que soient les faits authentifiés de la vie de Michael Scot, ils suffisent à montrer la solide et impressionnante réussite de sa carrière. En vérité sa réputation devint si grande que, dans la tradition populaire — comme ses successeurs immédiats, Roger Bacon à la tête cuivrée et Albertus Magnus du Banquet Magique — il prit figure de magicien doué de pouvoirs surnaturels. « Dans l'esprit médiéval », remarque Haskins, « la science de la magie côtoyait la magie de la science ». Ainsi Michael Scot émerge du brouillard de légende et de tradition moins comme un grand philosophe et un grand érudit que comme « un hardi nécromant qui peut transformer les démons en femmes et les chats en marchands des quatre saisons ». On lui attribua même le pouvoir de jeter des sorts sur ses grimoires, ou livres de Magie Noire, sorts si puissants qu'ils persistaient longtemps après sa mort.

Une curieuse note de désapprobation, de malignité même, transparaît dans la plupart des références faites à Michael Scot par les écrivains médiévaux plus tardifs. Il semble que ces actes aient été considérés avec une suspicion plus profonde que ceux de Roger Bacon ou d'autres prétendus magiciens parmi les érudits comme si notre héros s'était rendu coupable de pratiques diaboliques. Cette attitude fut peut-être due en partie à l'intérêt pour la magie que certains de ses écrits révèlent et en partie à Dante qui fait dans son *Inferno* une mention peu louangeuse de Michael, apparemment déterminée par la haine politique des Guelfe contre les Gibelin. Les vers de Dante sont les suivants:

> Quell'altro che ne' fianchi è così poco,
> Michele Scotto fu, che veramente
> Delle magiche frode seppe il giuoco.

[1] Pour une discussion des conceptions et des écrits alchimiques mentionnés dans cette étude, voyez J. READ, *Prelude to Chemistry*, London, 1936, New-York, 1937.

« Cet autre qui a si peu de flancs fut Michael Scot qui connut, à la vérité, le jeu des fraudes magiques ».[1] L'allusion aux *magiche frode* fut reprise en écho par Boccaccio qui appela Michael « un grand maître en nécromancie ».[2]

Ce point de vue fut partagé encore beaucoup plus tard par Daniel Stolcius qui publia en 1627, sous le titre *Hortulus Hermeticus Flosculis Philosophorum*, un recueil d'épigrammes latines versifiées à la mémoire d'un grand nombre d'alchimistes, ouvriers, écrivains et patrons. Là encore « Michael Scotus, Philosophus », au contraire de ses compagnons, encourt un aigre reproche ainsi conçu:

Les bonnes choses que Dieu lui-même a placées devant nos mains
la compagnie empoisonnée des malignités les fait fuir.
Garde-toi sans mon ordre de toucher notre fruit
car une punition toute prête attend les transgresseurs.

c'est-à-dire, La substance que nous pourrions atteindre est perdue à cause des péchés des méchants.

La gravure qui accompagne le texte veut sans doute associer par insinuation ce Michael chargé de crimes avec le Fruit défendu et la Chute de l'homme. Elle montre en effet Adam et Ève debout près de l'Arbre autour duquel s'enroule le Serpent. Ève tend une pomme à Adam. Le serpent, concentrant son attention sur Ève, avance vivement vers elle une seconde pomme qui pend de sa gueule. Les symboles des sept corps célestes et des métaux sont aussi inclus dans le dessin: le Soleil, Mars et Saturne sont attribués à Adam, la Lune, Vénus et Jupiter à Ève, et Mercure à l'Arbre et au Serpent. C'est là, sans conteste, un trait d'esprit à la fois ingénieux et ingénu digne des imaginations alchimiques.

Les légendes et les traditions associées avec Michael Scot sont très nombreuses. Quelques-unes ont été rapportées par Sir Walter Scott qui mit les paroles suivantes dans la bouche du Moine de Melrose, dans *Le Lai du Dernier Ménestrel:*

Dans ces pays lointains il me fut donné
De rencontrer le merveilleux Michael Scott
Sorcier si fameux et si craint
Que lorsque, dans une grotte de Salamanque,
Il lui plaisait de secouer sa baguette,.
Les cloches sonnaient à Notre-Dame!
De sa science il m'enseigna quelque chose,
Et, Guerrier, je pourrais te dire
Les mots qui fendirent en trois les collines d'Eildon
Et bridèrent le Tweed d'une courbe de pierre:
Mais les prononcer serait un péché mortel
Et pour les avoir seulement pensés dans mon cœur
Triple pénitence doit être faite.

Dans une note à ce passage Sir Walter raconte que d'après une légende Michael fut un jour embarrassé d'un esprit étrangement vivace qu'il lui fallait constamment employer. « Il lui ordonna de bâtir une *cauld*, ou jetée, à travers le Tweed à Kelso; ce fut accompli en une nuit et l'ouvrage honore cependant l'infernal architecte. Michael ordonna ensuite que la

[1] DANTE, *Inferno*, XX, 115-117.

[2] Au tribut de Boccaccio on peut ajouter le témoignage du poète macaronique Italien Folengo (début du XVI[e] siècle) qui, dans son *Merlini Cocaii macaronicon*, attribue à Michael Scot le pouvoir d'évoquer les démons des quatre quartiers du ciel, de monter un cheval enchanté, de voguer sur un navire enchanté et de se draper dans un voile d'invisibilité.

colline d'Eildon, qui était alors un cône solide, fût divisée en trois. Il suffit encore d'une nuit pour que le sommet fût partagé en trois pics pittoresques tels qu'on les voit aujourd'hui. A la fin l'enchanteur vainquit ce démon infatigable en lui confiant la tâche sans espoir et sans fin de fabriquer des cordes avec le sable de la mer ». Si ce sable, comme on l'affirme quelquefois, était ramassé dans la baie de Kirkcaldy cela pourrait expliquer le dicton: « Certains disent que le diable est mort et enterré à Kirkcaldy ».[1] Il semble que l'échec du démon soit dû à deux hypothèses: (1) avant de quitter les régions infernales il n'avait pas encore appris à étirer en fibres du quartz fondu ou (2) il n'a pas réussi à reproduire en Écosse la température de son milieu habituel. Si forte était la tradition concernant Michael Scot chez les paysans de l'Écosse méridionale à l'époque de Sir Walter Scott que, d'après lui, ils attribuaient tout ouvrage ancien imposant à *Auld Michael*, à Sir William Wallace, ou au diable.

De la personnalité et du tempérament de Michael Scot on ne peut rien dire de défini. Son esprit a été qualifié de « curieux, crédule et peu critique »;[2] mais à ce titre il ne faisait qu'appartenir au XIII^e^ siècle. Il fut le seul Écossais et le plus remarquable des Britanniques ayant atteint à quelque distinction dans l'Italie médiévale; et de ce que nous savons sur sa carrière et son œuvre nous pouvons déduire qu'il fut un homme d'une habileté exceptionnelle, amplement doué des qualités écossaises d'entreprise, d'industrie et de persévérance têtue en même temps que d'une audace à la fois physique et intellectuelle. Sans de pareils traits, nous ne saurions imaginer cet enfant du Nord lointain s'établissant, en ces jours de pénible voyage, dans une contrée toute méridionale, à quelques deux mille milles de la sienne, parmi un bizarre mélange de Lombards, de Grecs, de Sarrasins et de Juifs, et parvenant à être lui-même « non le dernier, mais honoré de tous ». C'est dans une telle lumière, c'est comme pionnier de la science et de l'érudition européennes que nous devrions considérer cet illustre fils de l'Écosse qui, pendant trop longtemps, a été dédaigneusement rejeté comme n'ajoutant qu'un peu plus de pittoresque à l'héritage romantique de son pays natal.

St. Andrews, The University, Chemistry Department.

JOHN READ

(Traduit par C. Mauron, St-Rémy de Provence).

[1] « Certains disent que le diable est mort et enterré a Kirkcaldy » dicton écossais.
[2] L. THORNDIKE, *A History of Magic and Experimental Science*, London, 1923.

LA NUTRITION EN PROTÉINES

L'importance de la protéine dans la nutrition repose non seulement sur sa prédominance comme constituant du protoplasma mais aussi sur le fait qu'elle fournit les substances-mères des enzymes, hormones, anti-corps et constituants cellulaires réglant les fonctions cellulaires. Les besoins en protéine sont le plus correctement mesurés et exprimés d'après les dépenses en azote dans le catabolisme endogène et dans la synthèse de composés azotés pour l'élaboration de tissus nouveaux ou de secrétions. D'après les besoins ainsi exprimés, adaptés aux cas individuels, on peut calculer les besoins en protéines alimentaires digestibles, en se servant des valeurs biologiques appropriées. Ces valeurs expriment la diversité nutritive des protéines des différents aliments et varient avec la proportion de protéine dans le régime. Elles peuvent aussi varier avec les espèces d'animaux, et peuvent être accrues ou diminuées par la cuisson de l'aliment. Quand les aliments sont associés en régimes complexes, la valeur biologique des protéines combinées peut être élevée par l'effet de relations supplémentaires entre elles. Quand on compare les recommandations courantes pour la nutrition en proteine des enfants avec les besoins déduits des bases rationnelles ci-dessus, on constate certaines divergences fournissant à la recherche un sujet de nouvelles investigations.

L'importance de la protéine comme élément structurel du corps ressort clairement du fait qu'environ 80/100 de la matière non aqueuse du protoplasme est de nature protéique tandis que la plupart du reste dérive encore des protéines fournies par les tissus ou les aliments. En outre la matrice de la substance inter-cellulaire des tissus conjonctifs, tendons, membranes, cartilages et tissus osseux, dérive d'un matériau protéique et les sécrétions des glandes mammaires, le lait, et de l'oviducte, l'œuf, chez les oiseaux et les reptiles, contiennent de grandes quantités de cette sorte de matières nutritives.

Mais l'importance physiologique des protéines ne tient pas aux quantités qu'on en retrouve dans le corps et dans ses sécrétions et ne se restreint pas à une fonction structurelle. Les protéines, ou leurs dérivés, interviennent intimement dans la catalyse des réactions essentielles métaboliques et digestives soit pour stimuler ou inhiber les fonctions des cellules et des tissus soit pour protéger l'organisme contre l'invasion par des organismes ou des corps étrangers. Dans la mesure où la constitution chimique des enzymes nous est connue elle est apparue de nature protéique. Les enzymes hydrolysantes, uréase, pepsine, trypsine, chymo-trypsine, carboxypeptidase, amylase et d'autres ont été ainsi caractérisées de façon définie et il est peut-être plein de sens que leur activité hydrolysante paraisse être dans tous les cas une propriété de la molécule protéique et non d'un groupe prosthétique qui est incorporé dans la molécule mais qui n'est lui-même protéique ni d'origine ni de nature. Suivant toute probabilité les enzymes hydrolysantes inter-cellulaires des tissus sont aussi des protéines et il est possible qu'on doive en dire autant des enzymes en général. Le ferment respiratoire de Warburg, un catalyseur oxydant, est aussi une protéine mais au contraire des enzymes hydrolysantes c'est une protéine non pas simple mais conjuguée dont le groupe prosthétique peut être pour une grande part ou entièrement responsable de son pouvoir catalytique spécifique. L'enzyme catalase a été aussi reconnue comme étant une protéine conjuguée.

Dans la défense chimique de l'organisme contre une invasion étrangère les protéines sont d'une importance suprême à la fois dans le rôle de défen-

seurs et dans celui d'envahisseurs. Ce rôle des protéines sous forme de toxines, anti-toxines, anti-gènes, anti-corps, etc., est bien connu quoique loin d'être complètement élucidé. Parmi les virus filtrants le bactériophage de D'Herelle qui possède la remarquable propriété de dissoudre les bactéries est probablement, d'après des études récentes, une nucléo-protéine de poids moléculaire énorme, environ 300 millions. La propriété que le bactériophage possède en commun avec d'autres virus de croître en présence de cellules vivantes n'est pas une preuve qu'il soit lui-même un organisme vivant puisque le processus est apparemment tout à fait semblable à la production autocatalytique d'enzymes à partir des constituants inertes de la cellule.

On trouve beaucoup de protéines, de dérivés protéiques et de dérivés d'amino-acides parmi les hormones, cette classe importante de produits des tissus jouant un rôle dans la régulation du métabolisme. L'épinéphrine (adrénaline, adrénine) et la thyroxine sont des dérivés de la phénylalanine ou de la tyrosine. L'insuline est une protéine simple bien définie tandis que la parathormone et la sécrétine semblent être de structure protéique ou du type polypeptide. Toutes les hormones du corps pituitaire paraissent avoir une structure protéique complexe, y compris dans le lobe antérieur l'hormone stimulatrice du follicule, l'hormone thyréotropique, la prolactine et l'hormone de croissance et, dans le lobe postérieur, la pitressine, la pitocine et le principe mélanophore.

Le fonctionnement convenable du système nerveux autonome dépend aussi de dérivés d'amino-acides qui, à leur tour, sont dérivés de protéines. Au point de jonction des fibres nerveuses autonomes avec les cellules musculaires lisses ou les cellules glandulaires qu'elles desservent, naît un intermédiaire chimique qui, par son union avec une substance hypothétique existant dans la cellule innervée déclenche l'excitation ou l'inhibition de la fonction cellulaire. Pour la plupart des fibres nerveuses du sympathique l'intermédiaire chimique nommé sympathine est un dérivé du catéchol semblable, sinon identique, à l'épinéphrine. Pour les fibres parasympathiques ainsi que pour quelques-unes des fibres sympathiques l'intermédiaire chimique est l'acétyl-choline. Les études de Cannon et de ses associés indiquent que la sympathine au moins est de la nature des hormones puisqu'elle peut être entraînée par le flux sanguin et en produire les effets caractéristiques sur les organes capables de donner la réaction appropriée.

Les extraits azotés des tissus, comprenant la créatine, la carnosine, la glutathione, les dérivés de la purine et de nombreuses autres substances, doivent en dernière analyse être des dérivés des amino-acides. Leurs fonctions sont sans aucun doute importantes puisque leurs concentrations dans les tissus sont réglées dans d'étroites limites. Les fonctions de quelques-unes sont en partie connues.

De ce bref résumé ressort clairement la grande importance qu'ont, dans le corps, les fonctions des protéines. Également significatif est le fait que cet assemblage compliqué et divers de matériaux structurels et régulateurs, tous dérivés de moléeules protéiques, est soumis à une destruction continuelle, à des allures qui varient sans doute largement suivant l'intensité des réactions cataboliques à quoi sont soumises les diverses composantes de cet assemblage. Cette érosion continue et remarquablement constante des constituants azotés des tissus forme le « catabolisme endogène » de Folin. La fonction particulière des protéines alimentaires est tout d'abord de réparer

les pertes ainsi causées et de maintenir l'intégrité des constituants azotés dans les tissus et en second lieu de fournir les matériaux, structurels et fonctionnels, pour la construction des nouveaux tissus en croissance. Tandis que les autres constituants alimentaires, hydrocarbones, corps gras, minéraux et vitamines peuvent modifier les besoins de l'organisme en protéines alimentaires ou la mesure dans laquelle celles-ci sont assimilées, ils ne peuvent se substituer à elles pour l'accomplissement de ces fonctions importantes. Ils collaborent bien cependant avec les protéines alimentaires pour la création de tissus nouveaux et de sécrétions glandulaires comme le lait et les œufs.

Le maintien de l'intégrité en constituants azotés des tissus est une fonction qui persiste toute la vie en contraste avec la croissance, limitée aux premières années du cycle vivant et avec les fonctions sexuelles exercées seulement de façon intermittente. La protéine alimentaire exigée pour le maintien de l'organisme est très évidemment déterminée et mesurée par les pertes endogènes quotidiennes d'azote dans l'urine observées alors que l'organisme est soumis à un régime ne contenant aucun matériau azoté mais offrant par ailleurs un équilibre parfait de substances nutritives et avec des quantités suffisantes pour couvrir les dépenses d'énergie. Les pertes d'azote observées dans ces conditions représentent une dépense de réserves corporelles qui doit être compensée si l'on veut conserver la santé et la vie. Elles ne sont pas accrues par l'activité musculaire si le régime comporte une quantité suffisante de substances organiques, nutritives non protéiques pour couvrir les dépenses d'énergie à tout moment.

Il paraît tout aussi évident que la protéine alimentaire exigée par la croissance est mesurée par l'azote contenu dans les tissus quotidiennement formés qui viennent accroître l'organisme pendant la période d'immaturité; et que, d'autre part, les besoins intermittents de protéine amenés par la grossesse, l'allaitement et la production d'œufs sont mesurés par les quantités d'azote quotidiennement mises en réserve dans l'utérus gravide ou secrété par les glandes mammaires et l'oviducte dans l'élaboration du lait et des œufs.

Les besoins en protéine pour le maintien de l'organisme varieront non pas avec le poids du sujet mais avec la surface du corps, suivant, au moins chez l'adulte, une relation tout à fait constante qui lie ces quantités à la production basique de chaleur (métabolisme basique) de sorte que le corps perd deux milligrammes d'azote endogène par calorie de chaleur basique. Cette relation semble demeurer valable pour des espèces qui varient en taille depuis la souris jusqu'au pore aussi bien qu'à l'intérieur des espèces. Les besoins de croissance en protéines superposés à ceux de maintien varieront avec la vitesse de croissance, la vitesse de l'anabolisme dans la gestation et la vitesse de production du lait ou des œufs. Dans l'estimation des besoins spécifiques il faut tenir compte des vitesses fonctionnelles maxima de façon à ce que les régimes et les rations finalement déduits fournissent des quantités adéquates de protéines suffisantes au sens plein et non pas au sens strict de Sherman.

Les besoins en protéines des animaux, calculés de cette façon analytique ou par facteurs, le sont en termes de protéines nettes. Si l'on veut passer au point de vue de la protéine alimentaire les chiffres seraient valables seulement pour un type de protéine complètement digestible et complètement utilisable dans le métabolisme, c'est-à-dire un type de protéine ali-

mentaire ayant une digestibilité de 100 p. 100 et une valeur biologique de 100 au niveau de concentration des protéines alimentaires exactement suffisant pour compenser tous les besoins de l'animal considéré. Mais ceci constituerait un type anormal sinon irréalisable de régime, puisque les protéines alimentaires ne sont pas, dans la plupart des cas, assimilables sans déchets. Les meilleures protéines subissent un déchet de 5 à 10 pour 100 pendant la digestion et un déchet de 10 à 20 pour 100 au cours du métabolisme; et un grand nombre d'aliments de qualité acceptable pour la nutrition humaine et animale subissent des pertes en protéines qui vont jusqu'à 50 pour 100 au cours du métabolisme.

Ainsi les variations en qualités nutritives parmi les protéines alimentaires offrent un important champ d'étude à toute tentative d'appréciation scientifique et systématique de la nutrition protéique chez les hommes et les animaux. Une quantité importante de données sur les valeurs biologiques des protéines a déjà été publiée en réponse à ce genre d'investigations. Ces informations ont été largement fournies par les recherches sur cet animal bien connu et étudié de façon exhaustive: le rat albinos; à un moindre degré, par l'étude du porc et du mouton; à un faible degré, par celle de sujets humains, et presque pas du tout par celle de la volaille et des lapins. Quoi qu'il en soit, dans la mesure où une comparaison directe est possible, il n'est pas apparu de différences marquées entre les espèces dans l'utilisation métabolique des protéines alimentaires; on a eu tendance à minimiser l'importance de ces différences parfois considérables, quand on les a observées, et d'appliquer par exemple à l'espèce humaine les valeurs biologiques fournies par l'étude des rats. Une telle pratique est justifiée surtout si l'on considère que les données expérimentales obtenues sur des sujets humains sont si rares et si discordantes qu'il est impossible d'affirmer qu'à ce point de vue le rongeur est différent de l'homme. La continuation de cette pratique pourrait conduire à une foi croissante dans la précision des résultats et ainsi décourager sans aucune garantie un travail expérimental direct sur l'homme.

La vaste quantité déjà publiée de valeurs biologiques des protéines provenant de sources alimentaires diverses, valeurs donnant le pourcentage de protéine digérée et absorbée retenue par le corps pour ses besoins divers dans les conditions expérimentales employées, ne peut être étudiée avec profit que si l'on fait preuve de discrimination dans le choix des valeurs comparables. On est frappé par le fait que les valeurs fournies par les rats en période de croissance forment une série sans interruption depuis 95 jusqu'à des chiffres aussi bas que 35 ou 40. Si les protéines provenant d'aliments carnés se trouvent généralement en tête de liste elles ne se séparent pas clairement des protéines d'aliments végétaux comme on le prétend fréquemment dans des écrits courants. Un grand nombre de protéines végétales se montrent presque aussi bonnes que quelques-unes des meilleures protéines animales et meilleures que certaines autres.

Les protéines complexes de l'œuf de poule possèdent la plus haute valeur biologique encore observée, 93 environ de moyenne, tandis que les protéines du lait cru les suivent de près avec 90. Les protéines de la viande sont de valeur très variable, apparemment suivant une variation dans la proportion de tissu conjonctif dont les protéines sont très mal utilisées dans le métabolisme. Le filet de porc, la rondelle de bœuf, le foie, le cœur et le rognon contiennent des protéines dont les valeurs biologiques vont de

80 à 75. Une tranche fibreuse de veau, cependant, n'a guère atteint que 62 tandis qu'une tranche de viande prise dans la partie inférieure du gîte d'un taureau n'a atteint que 56 de valeur soit pas sensiblement plus que les protéines d'une bonne farine de blé.

Les protéines de grains de céréales non broyées au moulin ont donné des valeurs biologiques qui descendent de 75 à 55 à peu près dans l'ordre suivant: riz, blé, avoine, orge, maïs, millet et kaoliang. Les protéines des différentes parties du grain possèdent des valeurs nutritives différentes chiffrées dans le cas du blé par une valeur biologique de 67 pour l'ensemble du grain et 52 seulement pour les protéines de l'endosperme contenues dans la farine blanche. Les protéines de noix que l'on cite souvent comme substitut de la viande ne sont, dans l'ensemble, ni aussi digestibles ni aussi utilisables après digestion que les protéines de la meilleure qualité de viande. La digestibilité des protéines de pecan n'est que de 71 pour 100 tandis que la digestibilité des meilleures protéines de viande est pratiquement complète. Pour les noix anglaises la digestibilité de la protéine est encore basse, 84%, tandis que l'aveline, l'amande, la noix du Brésil, la noix d'acajou, l'arachide offrent des protéines digestibles à plus de 92%. Les valeurs biologiques de ces protéines de noix sont toutes basses, de 60 à 50%, à l'exception de la noix d'acajou dont la valeur atteint 72.

En se basant sur les valeurs biologiques de leurs protéines les aliments peuvent être considérés comme étant de qualité protéique supérieure, moyenne ou basse, mais en combinant les aliments dans les régimes, certains ajustements peuvent devenir nécessaires. Si les déficiences en amino-acides d'un aliment sont corrigées par ceux d'un autre, la combinaison possédera une valeur plus haute qu'on n'aurait pu prévoir par ailleurs. Ces relations supplémentaires apparaissent le plus clairement lorsque les protéines de la viande ou du lait sont combinées avec les protéines des céréales, la combinaison approchant en valeur biologique celle de la protéine animale elle-même et, dans le cas de viande et de farine blanche, égalant la protéine de la viande. Le précepte commun en matière alimentaire qu'une certaine proportion, généralement 40% au moins, de la protéine absorbée provient de sources animales peut amplement se justifier en se basant sur cette action supplémentaire bien marquées entre protéines animales et protéines de céréales à la suite de quoi la valeur de ces dernières est considérablement améliorée, en particulier si la protéine animale est fournie par de la viande. L'effet pratique des combinaisons alimentaires, quand elles sont faites de façon judicieuse, est ainsi de rapetisser le champ de la qualité protéique en renforçant la valeur des aliments les plus pauvres.

Les études sur la qualité protéique que nous avons citées jusqu'ici se rapportent à des nourritures crues. La préparation des aliments humains comporte généralement la cuisson, traitement qui n'est pas sans effet sur la valeur nutritive des protéines qu'ils contiennent. Mais il est tout à fait impossible de prédire si cet effet sera grand ou petit et s'il abaissera ou rehaussera la valeur nutritive d'une protéine provenant d'une certaine source. Les protéines du lait sont extrêmement sensibles à la chaleur et leur valeur biologique est nettement baissée par des températures de stérilisation et de dessication en usage dans la concentration commerciale du lait. Le bœuf cru est affecté par la température de l'eau bouillante et perd environ 10% de sa valeur biologique. D'autre part, très remarquable,

est la résistance des protéines de noisette à la chaleur. Les arachides peuvent être rôties à 400, 450 degrés F. pendant 30 à 35 minutes sans perte appréciable de leur valeur protéique. Enfin, dans la famille des haricots, l'effet de la chaleur est d'améliorer la valeur nutritive des protéines soit par une amélioration marquée dans leur digestibilité comme dans le haricot *navy* ou *velvet* soit par une amélioration marquée de la valeur biologique avec seulement un faible accroissement de la digestibilité comme dans le soja. Les informations ainsi brièvement résumées sur la valeur des aliments comme sources de protéines pour l'organisme aimal permettent les estimations de besoins protéiques en termes de protéines alimentaires. Si les besoins protéiques nets d'un adulte mesurés par ses pertes endogènes d'azote sont de 20 grammes par jour et si les protéines de ses aliments sont digestibles à 90% et possèdent une valeur biologique de 50, ses besoins en protéines alimentaires seront chiffrés par $(20 : 0,9) : 0,5 = 44,4$ grammes par jour. Si une agnelle Shropshire de 70 livres exige 12,6 grammes de protéine pour son maintien et met en réserve 20,2 grammes chaque jour dans ses tissus en croissance, il lui faudra 54,7 grammes de protéine digestible d'une valeur biologique de 60 d'après le même type de calcul, c'est-à-dire $(12,6+20,2) : 0,6 = 54,7$. Le tableau de la nutrition protéique est ainsi complété et son utilité n'est limitée que par la précision des données primitives et les erreurs accidentelles de prédiction.

Naturellement dans la nutrition pratique il n'est pas sage, à moins de conditions économiques très dures, de nourrir des troupeaux d'animaux de ferme ou des populations humaines avec des quantités de protéine juste égales aux estimations des besoins minima. La précision des données sur les valeurs nutritives, la constance des fonctionnements animaux et la constance dans la composition des aliments ne sont pas telles que les prédictions de besoins en nourriture puissent être faites avec un haut degré de probabilité. Il n'est pas possible de décider d'après des informations valables si l'erreur probable de prédiction est 10 ou 20% ou d'un ordre plus haut, mais tous les experts compétents sur ce sujet seront d'accord pour affirmer qu'une certaine marge de sécurité doit être imposée.

Mais il existe une autre conception dans l'élaboration des standards et des préceptes de régimes qui est moins aisément justifiée: celle d'une nutrition optima au-dessus de celle trouvée adéquate. Quand tous les besoins démontrables de l'organisme en protéines sont satisfaits cette conception postule que la nutrition sera encore améliorée en élevant la dose de protéine, amélioration affectant la santé, la vigueur, la résistance aux maladies et la longévité. Cette conception ne saurait se justifier par un examen critique des informations existantes et ne peut être rejetée non plus par la même voie. En citant des statistiques de régimes observés par certaines populations humaines et en leur comparant les résultats obtenus par elles dans les domaines intellectuels, physiques et culturels, on essaie de prouver que les régimes riches en protéines sont liés aux progrès les plus hauts dans ces domaines: mais cela constitue un argument très fragile, quoique fréquemment cité, à l'appui d'une hypothétique nutrition optima. Dans une récente étude sur les besoins en protéines de l'homme Leicht et Duckworth admettent que « dans ces observations la teneur en protéines n'est que l'un des nombreux facteurs variant ensemble et qu'il est impossible d'attribuer des différences à la protéine seule ». Une sincère logique intellectuelle conduirait

à l'admission finale que si tant de facteurs varient ensemble il est impossible de dire si l'un quelconque d'entre eux, même la teneur en protéine, est d'une façon quelconque lié avec les phénomènes considérés. Mais sans souci pour la logique de cette situation les mêmes auteurs poursuivent: « il est toutefois remarquable qu'en aucun cas une santé supérieure ne paraît liée à un régime pauvre en protéines. Des observations de ce type représentant les effets d'un régime poursuivi pendant des générations entières doivent recevoir le poids qu'elles méritent si on les compare à des expériences de courte durée ». Malheureusement pour cet argument le contenu nutritif des aliments avait été établi sans souci des besoins nutritifs humains avec ce résultat que, à moins de choisir avec discernement les éléments du régime il peut être impossible de fournir la faible dose de protéine demandée sans abaisser en même temps la dose d'une ou de plusieurs vitamines ou minéraux à des niveaux dangereux. Ainsi l'effet délétère d'un régime pauvre en protéines peut n'avoir aucune relation avec la qualité ou la quantité de protéine consommée.

Lorsque la dose de protéine s'élève au-dessus des besoins, le corps accumule dans ses tissus sous une forme inconnue une réserve de substances azotées appelée souvent protéine de réserve. Le niveau de ce réservoir s'élève ou baisse selon la quantité de protéine absorbée en excès de celle nécessaire pour remplacer les pertes endogènes et pour fournir l'azote nécessaire à l'élaboration de nouveaux tissus. Cette réserve de protéine «inorganisée» ou de matériaux dérivés des protéines peut être utilisée comme l'ont prouvé Whipple et ses associés dans des cas graves comme une perte subite de sang exigeant une régénération rapide d'hémoglobine et des protéines du plasma; mais un accroissement simultané dans la consommation d'un type convenable de protéine alimentaire serait encore plus efficace. C'est seulement quand on pourra montrer que cette protéine de réserve, par sa seule présence dans les tissus, renforce les fonctions corporelles qui sans cela se poursuivraient à une vitesse au-dessous de l'optimum, et que ces effets favorables ne sont pas détruits par la compensation d'effets défavorables, qu'on pourra établir l'existence d'une nutrition optima au-dessus d'une nutrition véritablement adéquate.

Dans une analyse fouillée des besoins protéiques de l'homme, Terroine, dans un numéro récent (1936) du Bulletin Trimestriel de l'Office de Santé de la S. D. N. conclut que « chez l'homme les besoins en protéine sont toujours très faibles; les dépenses de maintien sont légères car elles n'excèdent certainement pas 3 grammes d'azote soit 18,75 grammes de protéine par jour pour une personne de 70 kilos; la croissance est extrêmement lente et correspond à la mise en réserve quotidienne d'une moyenne de 1 gr., 6 de protéine; la grossesse comporte un accroissement quotidien de 2,3 grs.; l'allaitement, de 16 grs ».

Quoique ces chiffres très bas puissent être présentés avec plus d'assurance que l'information possédée ne le garantirait, il ne semble pas qu'ils comportent d'erreur grave. Les quantités correspondantes de protéine alimentaire ne devraient pas être beaucoup plus que 2 fois ces valeurs, mais les quantités couramment prévues par les régimes sont bien plus éloignées des estimations de Terroine et le gouffre qui les sépare demanderait une élucidation expérimentale. Par exemple un enfant de 1 à 3 ans a besoin, dit-on, de 3,5 grs. de protéine par kilo, et de 3 à 5 ans. de 3 grs. par kilo.

On à montré que des enfants de ces âges peuvent être maintenus en équilibre azoté et même avec des réserves avec 0 gr., 5 à 1 gr. de protéine par kilo de sorte que sur la quantité recommandée 2 à 3 grs. par kilo seraient destinés à la croissance. Mais excepté pendant les premiers mois de la vie, l'enfant croît à la vitesse de 2 à 1 gr. par kilo et par jour jusqu'à un an, de 1 à 0,5 gr. jusqu'à 3 ans, et de 0,5 à 0,2 gr. jusqu'à 5 ans. Ces accroissements de poids ne contiendraient pas plus de 20% de protéine et, pour l'intervalle d'âge considéré, représenteraient des accroissements en protéine de tissus de seulement 0,4 à 0,04 gr. de protéine par kilo. Lorsqu'on accorde donc 2 à 3 grs. dans ce but cela implique soit une erreur grossière, soit une très pauvre utilisation par l'enfant de sa protéine alimentaire. N'est-il pas possible que de si fortes doses en protéine aient été trouvées avantageuses dans le régime de l'enfant non point parce qu'il a besoin de tant de protéine mais parce que les aliments riches en protéine comportent en général des quantités importantes de minéraux, de vitamines, ou des deux, et que le besoin de ces matières nutritives plutôt que celui de protéine ait élevé les quantités de protéine apparemment exigées à des niveaux artificiellement hauts?

Urbana, University of Illinois.

H. H. MITCHELL

(Traduit par Charles Mauron, St. Remy de Provence).

LES PEUPLES DE L'AFRIQUE, AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Par leur milieu et par leur histoire, les nègres d'Afrique sont parmi les membres arriérés du genre humain. Leur idéal social, à l'époque préeuropéenne, est une étroite vie en commun au sein de la collectivité créée par la nature, en se retranchant du monde extérieur. Dans le domaine de la production économique, on se bornait au nécessaire; au centre de la vie religieuse étaient la vénération des ancêtres, qui garantissaient l'éternité de la tribu, et la croyance en des forces magiques, qui sont à la disposition de l'homme. Cette existence étroite, mais à l'abri, est ruinée par le blanc, d'abord économiquement, et, par la suite, aussi sous le rapport politique, social et religieux. Dans les territoires de colonisation des blancs, par exemple dans l'Afrique du Sud, le nègre tombe dans un état de dépendance qui n'autorise presque plus aucun espoir. Dans les régions nettement tropicales, il reste propriétaire du sol et peut, même avec la concurrence européenne, parvenir à l'autonomie économique. Le moyen de se maintenir vis-à-vis de l'invasion des Européens, l'Africain le voit dans l'acquisition de leur savoir et pouvoir: de là son désir général d'écoles et d'instruction, tandis qu'il néglige et même rejette sa culture propre. Ce désir d'acquérir la formation intellectuelle européenne est légitime et doit être satisfait sans réserves. Mais le problème, pour l'Africain, est de faire de la culture européenne et de ses propres dons ethniques une synthèse qui, avec l'aide et sous la direction des blancs, garantisse sa vie, son bien-être et son avenir dans la situation nouvelle qui lui est faite. Au nombre des éléments essentiels de son existence est aussi la religion, et les religions indigènes étant aujourd'hui en train de disparaître, la religion chrétienne peut, seule, les remplacer.

I.

La destinée des peuples primitifs est aujourd'hui entre les mains du blanc. Il est devenu leur maître, eux-mêmes voient leur salut dans leur ralliement à lui, et lui, il modèle leur avenir selon ses desseins. Les conséquences de cette situation prennent la plus grande importance lorsque l'on considère l'Afrique, car il s'agit ici d'une population de 140 millions d'individus pleins de force et de vie, susceptibles d'adaptation, et d'un pays dont les richesses naturelles offrent à l'Européen un champ d'activité multiple.

La masse des Africains vit sous les tropiques, où ils ont été, du moins en partie, refoulés par des peuples plus forts, et où ils se sont trouvés, par là même et en même temps, retranchés de la vie culturelle du reste de l'humanité. Le climat, les conditions du sol, la pauvreté de leur équipement culturel leur ont imposé une pénible lutte pour la vie, une lutte qu'ils ne pouvaient soutenir que difficilement. Ils durent se contenter du nécessaire, et c'est cela qui, jusque dans les temps les plus récents, et avec une netteté toute particulière, est resté un trait caractéristique de leur existence. Leur idéal social était une étroite cohabitation dans le cadre de la communauté créée par la nature, sans aucun rapport avec l'extérieur. L'échange de biens culturels et la fécondation par des éléments étrangers étaient donc minimes et s'effectuaient lentement. Le progrès à l'intérieur du groupe était strictement limité par l'étroitesse de la vie et par l'attitude conservatrice de la génération dominante, celle des vieux, qui croyait que le maintien de la collectivité dépendait de la fidélité à l'héritage des ancêtres et de la transmission intégrale de cet héritage à la génération montante. La communauté était régie par des règlements invariables, par lesquels l'individu se voyait assigner, selon son extraction et son âge, une place immuable, où, pouvant compter sur la protection,

l'assistance et la considération de ses compagnons, il se sentait en sécurité. Le seul commandement moral était: Fais ce que tous font! Toute déviation de cette belle règle était regardée de travers, car elle menaçait de rompre le cadre de ce qui existait. On se suffisait à soi-même, et l'on évitait de jeter les yeux vers un monde plus lointain. Ce monde, cependant, on ne put jamais l'exclure totalement. Durant de longues périodes de temps, des infiltrations culturelles, venant particulièrement de l'Asie mineure, sont arrivées jusque dans l'extrême ouest et le sud de l'Afrique: non seulement tous les animaux domestiques (l'âne excepté) et presque toutes les vieilles plantes cultivées sont d'origine asiatique, mais même des ustensiles, des institutions sociales, des conceptions religieuses sont venues de l'orient, mais toujours de façon si lente et si sporadique que ces nouveautés étaient assimilées sans peine et sans qu'elles fussent à même de perturber l'équilibre d'une civilisation primitive, sans doute, mais faisant un tout bien distinct, ni de modifier le visage du continent.

II.

La nouvelle ère commence avec l'arrivée des blancs. Le blanc ébranle et, en partie, détruit l'antique ordonnance des Africains (et c'est là un processus qui n'est pas encore terminé), mais il s'efforce aussi de substituer, à ce qui disparaît, de nouveaux ordres de choses et de nouvelles valeurs vitales. Que la persévérance africaine ne pût se maintenir à côté du dynamisme turbulent du blanc toujours en quête de perfectionnements, c'était bien évident. Il ne pouvait être question ici de s'adapter à des situations existantes, il y eut un bouleversement auquel commence seulement à succéder, de façon hésitante, un travail de reconstruction plein de vitalité. Sauf de rares exceptions, l'Européen s'est vu incapable de comprendre suffisamment les valeurs vitales des peuples africains pour leur faire une place dans le foyer futur qu'il concevait pour eux: pour lui, tout ce qui est européen vaut mieux.

Les premiers rapports entre blancs et noirs ont été d'ordre économique. Dès le XV^e^ siècle, des navires de commerce européens ont visité les côtes africaines, donnant bientôt naissance à un pacifique échange de marchandises. Mais ces transactions riches en perspectives reçurent bientôt un coup presque mortel lorsque le commerce dégénéra en traite des nègres, entraînant, pour se procurer la nouvelle marchandise, les plus cruelles chasses à l'homme qui aient jamais éprouvé une partie du monde. Combien de villages et de pays ont été ravagés au cours des expéditions armées qu'entreprenaient les marchands d'esclaves, combien d'hommes y sont morts ou ont péri durant le voyage par mer et combien sont finalement arrivés en Amérique, c'est ce que l'on ne pourra jamais établir: qu'il suffise de rappeler que vingt millions de leurs descendants vivent sur le continent américain. Nous avons, dans le fait que cette terrible saignée ne lui a pas nui d'une façon durable, un témoignage de la vitalité de la race noire, puisque la côte de la Haute Guinée, d'où sont venus la plupart des esclaves, est aujourd'hui une des parties de l'Afrique les plus peuplées.

Si les relations économiques ont été les premières entre Européens et Africains, c'est encore en première ligne qu'elles viennent aujourd'hui. Le

blanc cherche en Afrique des matières brutes que son propre sol ne lui fournit pas; pour leur extraction, il a besoin de l'indigène, et il ne juge des aptitudes de celui-ci que par rapport à cette tâche. N'ont d'avenir que les peuples ou tribus qui se laissent opportunément insérer dans ce processus économique, c'est-à-dire ceux qui sont utiles à l'Européen. Ce sont, en première ligne, les nègres, et, dans une moindre mesure, les deux groupes ethniques que l'on réunit sous les noms collectifs de peuplades naines (Boschimans et Pygmées) et de Hamites. Les Hamites sont des pasteurs nomades aristocrates; ils ne se soumettent au blanc qu'à contre-cœur et renoncent difficilement à leur vie errante. Beaucoup d'entre eux, pourtant, se sont adaptés aux conditions créées par le blanc, ils sont devenus sédentaires et se sont mis à pratiquer, outre l'élevage du bétail, l'agriculture et l'industrie. Cette évolution se poursuivra sous la pression du nouvel état de choses, où il n'y a plus de place pour des troupes nomades. Boschimans et Pygmées ne se sont élevés ni à la vie sédentaire, ni à une activité régulière d'agriculteurs ou de pâtres: ils sont restés cueilleurs et chasseurs, vivant fréquemment sous la dépendance de leurs voisins nègres. L'Européen lui-même n'a réussi que dans quelques cas isolés à les initier à une vie utile; s'ils continuent à exister, ce sera toujours comme une curiosité de l'espèce humaine.

Le nègre, par contre, est paysan et, en cette qualité, habitué au travail permanent. Il se contente de l'outillage le plus modeste, pratique une culture extensive qui va souvent jusqu'à la pure et simple dévastation, si bien que, tout comme en de nombreuses parties de l'Europe, de vastes étendues de forêts sont tombées sous sa cognée et son hoyau; cependant on ne peut lui refuser le don et l'amour de l'agriculture: là où la densité de la population ou des conditions de terrain défavorables l'y ont forcé, il a perfectionné ses méthodes et accru son rendement dans une mesure souvent étonnante, et dès que le négociant européen lui a offert des possibilités d'écoulement, il lui a vendu sans aucune contrainte sa production ainsi augmentée. Cet accroissement spontané du rendement se manifeste de la façon la plus nette dans celles des régions tropicales qui ne permettent pas à l'Européen une installation durable et où, par suite, l'évolution vers la production pour le marché mondial peut s'effectuer sans que rien la vienne troubler. La condition fondamentale est, ici, qu'il reste au nègre, en toute propriété, une étendue de terre suffisamment grande. De même que le nœud du problème colonial est la question des indigènes, la question des terres est au centre du problème des indigènes. La vie sur et par un sol qui lui appartienne en propre est, pour le nègre, la condition préalable d'une existence qui le satisfasse pleinement, et, dans une telle situation, sous une direction européenne, il est tout à fait capable de répondre à de plus grandes exigences concernant sa capacité de production. La récolte mondiale de cacao provient, pour près de 40%, des fermes des paysans noirs de la Côte d'Or. Pour la culture des arachides, du coton, du café et du tabac, comme pour la fourniture d'huiles et de graisses, l'indigène est devenu, et avec succès, le concurrent du blanc. En s'orientant selon les exigences de l'économie moderne, sa vie a vu sa structure changer: ce n'est plus à la femme, mais à l'homme qu'incombe la partie principale du travail, surtout lorsque l'on passe de la culture au hoyau à la culture à la charrue; la polygamie devient un luxe qui, avec la modification des idées sociales, perd de son prestige; à l'échange

de denrées entre gens de la même tribu se substituent les relations monétaires, qui donnent à l'individu une liberté de mouvement inconnue jusqu'alors; s'il veut pleinement tirer profit de la direction par le blanc, le paysan est forcé d'apprendre à lire, écrire et compter, et il dépend, pour son revenu, des mouvements de conjoncture de l'économie mondiale. Mais avec tout cela, le paysan sédentaire qui aime sa terre et le travail sur sa terre, reste un élément d'ordre persistant et de tranquille progrès. Les troubles ne naissent que là où il se voit menacé dans sa propriété terrienne, car il sent que, par là, disparaîtront sous ses pieds les bases de son existence.

Là où le colon ou le planteur blanc voit de la terre qui lui paraît utilisable pour ses fins, il trouve aussi les moyens de se l'approprier: le noir est contraint de lui céder la place. C'est ce qui se passe aujourd'hui en Afrique Orientale, ce qui s'est passé dans de grandes parties de l'Afrique Equatoriale et dans l'Afrique du Sud. Dans cette dernière région, les terres réservées à l'indigène sont, dès maintenant, trop petites pour nourrir les habitants, et même le développement de ces réserves décidé par le gouvernement de l'Union, si louable qu'il soit, n'est rien de plus qu'un léger palliatif. Sur les points où blancs et noirs habitent en masses serrées, qui se compénètrent plus ou moins, se pose un problème dont on n'a trouvé la solution ni dans l'Afrique du Sud, ni dans l'Amérique du Nord, un problème qui est peut-être insoluble. En Afrique, il s'agit toujours du rapport entre employeur et employé, et même, à dire vrai, entre maître et serviteur, c'est-à-dire d'une situation contre nature, avec laquelle la race qui a eu le dessous ne se réconciliera jamais de façon durable, si toutefois elle possède la volonté de vivre. Le noir qui n'a plus de terre devient l'ouvrier du blanc. Qu'il cherche de l'occupation auprès de l'Européen, c'est, en soi, normal et désirable, car le blanc lui est supérieur, le nègre peut et doit s'instruire à son école, et la mise en valeur économique du pays ne peut se faire que par son travail manuel. Les centaines de mille d'ouvriers qui travaillent dans les mines, les plantations et d'autres entreprises, montrent avec quelle facilité, ici encore, le nègre s'habitue à des occupations nouvelles et remplit la place qui lui est assignée. Où la chose devient dangereuse, c'est lorsque l'indigène est tout à fait détourné de la vie rurale pour ne plus être qu'ouvrier. Il peut en résulter, dans les régions où les blancs ont beaucoup d'établissements, une situation telle que le blanc se sente menacé par le noir, en tant que concurrent; il en est ainsi dans l'Afrique du Sud, où s'ajoute encore le fait que la population noire semble se multiplier plus rapidement que la blanche. Pour assurer la supériorité des blancs et l'intégrité de la civilisation européenne, on cherche à se protéger non seulement en maintenant entre les races une ligne de démarcation sociale et politique justifiée, mais encore en plaçant artificiellement le noir à un niveau inférieur, qui doit lui rendre impossible d'accéder à des professions exigeant quelque instruction et, par suite, de monter socialement et culturellement. Ici, et dans les expropriations, résident des possibilités de conflit.

Il est inévitable que des travailleurs nègres s'installent dans les territoires urbains des blancs. Alors, ou bien ils deviennent des prolétaires menant une existence misérable, — qui n'est d'ailleurs pas limitée aux habitants des pauvres garnis des villes, mais s'étend jusque dans les campagnes, lorsque manque de terres et manque de travail coïncident —, ou bien ils entament la lutte avec l'ouvrier blanc, plus favorisé, et réclament, au

lieu des habituels 10% du salaire des ouvriers blancs, même salaire pour même travail, puisque aussi bien, en ville, le prix de la vie ne diffère pas essentiellement, pour eux, de ce qu'il est pour l'ouvrier de race blanche. On comprend que les uns et les autres, prolétaires résignés et travailleurs élevant des revendications, deviennent facilement la proie de l'agitation politique. Les uns et les autres ont perdu leurs attaches ethniques et se sentent des deshérités. Le blanc est l'oppresseur, et lutter contre lui est un devoir imposé par la race. Le sentiment racial qui naît ainsi puise ses forces les plus solides dans l'opposition à tout ce qui est européen. Il ne faut cependant pas exagérer l'importance de ces mouvements qui, souvent, ne sont politiques qu'en apparence. Ils n'atteignent qu'une infime partie de la population: l'Africain est patient, son enjouement presque inébranlable lui fait supporter toute peine plus facilement que ne le font d'autres races, et malgré des expériences de toute sorte il a confiance dans le blanc, il veut travailler pour lui, avec lui, et se laisser diriger par lui; les idées, les raisonnements du communisme européo-asiatique sont totalement différents de son idéal de vie en commun.

Le blanc a éveillé chez l'Africain non seulement le désir de ses marchandises, non seulement la bonne volonté de travailler davantage, mais presque plus encore le désir d'apprendre. La jeunesse afflue dans les écoles et ne connaît pas de but plus grand que s'assimiler le savoir et le pouvoir du blanc. Comme en d'autres pays, l'gÉlise est devenue, en Afrique aussi, institutrice des peuples. Ce sont des missionnaires qui ont créé les premières écoles et qui ont étudié et utilisé pour des fins pédagogiques les parlers des indigènes. A leur suite sont venues, plus tard, les administrations coloniales, mais aujourd'hui encore la plus grande partie de l'enseignement est entre les mains des missions chrétiennes. De même que toute activité européenne, école et mission contribuent, elles aussi, au relâchement des liens sociaux, car éducation moderne et étroit rattachement à un petit groupe ethnique sont deux mondes inconciliables. On doit reconnaître, d'autre part, que personne n'a insisté plus tôt que les missionnaires, et de façon plus énergique, sur les valeurs que représentent ces races et leurs idiomes. Si leurs efforts n'ont pas toujours été pleinement couronnés de succès, la faute en est, en partie, à l'inintelligence des gouvernements coloniaux qui ont plus à cœur de répandre leur propre langue et culture que de veiller sur une culture populaire vraiment autochtone, mais la faute en est plus encore au furieux désir d'européisation ressenti par les indigènes eux-mêmes. L'héritage de ses pères est devenu, pour l'indigène, quelque chose d'arriéré et sans valeur; il fuit son propre passé, il veut devenir semblable au blanc, mais, avant tout, il veut apprendre sa langue. Cette langue est la clef qui lui ouvrira le monde de l'homme blanc, et appartenir d'une manière quelconque a ce monde-là est le but suprême de son ambition. Il envisage avec méfiance tout effort tendant à l'éduquer selon sa nature, il y voit une maligne tentative pour le frustrer des précieuses nouveautés. Parmi les indigènes cultivés, il en est qui déplorent la décadence de leur culture populaire, laissée à l'abandon, mais ils ne forment qu'une petite minorité.

La situation est donc la suivante. Devenir semblable à l'Européen, voilà ce que le nègre désire le plus, et l'Européen lui-même, en l'éduquant et en l'occupant, favorise cette assimilation, mais il ne veut pas entendre parler d'un rapprochement véritable, c'est-à-dire de l'admission du noir

dans la société des blancs. Dans l'Afrique du Sud, les choses vont si loin que l'indigène, dans les écoles, est élevé en vue de professions dont l'exercice lui sera interdit, ou ne lui sera permis que dans des cas exceptionnels, mais dans le reste de l'Afrique aussi il voit que, pour lui, la porte du monde des blancs n'est qu'entrouverte. Il lui faudra bien en tirer cette conclusion que l'européisation ne peut pas être le but suprême, en tout cas, pas le but unique.

III.

Et cependant, avec son désir de culture européenne, le nègre est dans la bonne voie: c'est la seule qui mène vers l'avenir. Sur cette voie, tôt ou tard, il se retrouvera lui-même et comprendra qu'il ne sert de rien de courir derrière autrui et que, pour devenir pleinement homme, il est indispensable de prendre conscience de soi-même, de s'enraciner dans l'héritage de ses pères, de ne faire qu'un avec les siens et de vivre selon les conditions de sa terre natale. Il attend de l'Européen une liberté de mouvement de plus en plus grande, et cette attente est naturelle. Où elle se réalisera le plus tôt, c'est là où l'indigène reste avant tout paysan et devient producteur autonome. Alors, un sain développement dans le domaine culturel devient aussi possible. La vie du paysan a de la constance, elle garde les liens avec le passé et garantit un bien-être qui permet des dépenses pour des buts culturels. Le nègre est doué pour la musique, et le paysan africain qui ne travaillait jusqu'ici qu'au hoyau a produit, en bois et en métal, un art plastique qui a attiré avec raison l'attention de l'Europe; cet art est aujourd'hui menacé de disparaître, mais le sens de la création artistique n'est pas mort dans la jeune génération qui a passé par des écoles européennes, et les efforts entrepris par les autorités de l'enseignement pour lui donner une vie nouvelle et le développer permettent des espérances. Il est aussi à remarquer que chez certaines tribus sudafricaines, par exemple les Zoulous-Xosas et les Soutos, est née une production littéraire qui donne des romans, des poèmes et d'autres œuvres d'une réelle beauté et sentant bien le terroir. Il est vraisemblable que, dans un certain avenir, les écrivains publieront leurs travaux plutôt dans une langue européenne que dans leur idiome maternel, de même que, dans la plastique, les artistes emploieront des méthodes et des motifs non seulement indigènes, mais encore européens, mais il peut cependant se faire que les œuvres ainsi produites restent africaines et apportent à l'activité créatrice de l'humanité, en matière de culture, une contribution personnelle, originale.

Des possibilités d'activité autonome sont aussi offertes par les Églises chrétiennes que crée le travail des Missions. Les Églises constituent, dans l'Afrique nouvelle, une des jeunes collectivités les plus pleines de vie. Au début, elles se trouvent fatalement en opposition avec des formes de vie collective déjà existantes, mais bientôt elles compénètrent celles-ci, et particulièrement la commune rurale, s'imprègnent de beaucoup des vieilles vertus de la tribu, telles que la bonne volonté de tenir sa place dans une vie corporative, l'esprit d'entr'aide et de responsabilité réciproque, devenant ainsi un foyer où le passé n'est pas foulé aux pieds, bien que ce foyer reste ouvert aux meilleures influences des temps nouveaux. Le but de chaque mission — se rendre elle-même superflue et donner à son enfant devenu grand la

pleine disposition de lui-même — est poursuivi avec énergie: dans la plupart des Églises il n'y a peut-être pas un emploi auquel les indigènes ne puissent avoir accès, et les Églises entièrement autonomes ne sont pas rares. Cela ne signifie pas séparation de l'Église-mère: spirituellement, toutes vivent des forces de la chrétienté européenne; leur action personnelle dans ce domaine et leur puissance de créer des formes de vie religieuse qui soient bien à elles sont encore embryonnaires, mais l'Église n'en est pas moins le lieu où, plus que partout ailleurs, l'Africain peut mesurer et exercer ses forces sans se sentir toujours inférieur à l'Européen.

Il en est de même, jusqu'à un certain point, de l'esprit politique dans les pays où les Anglais ont introduit le système dit de l'administration indirecte, qui veut être un gouvernement « par les indigènes et pour les indigènes », et qui incorpore méthodiquement à l'administration moderne les institutions politiques existantes. Il est pourtant certain que, dans toutes les possessions africaines, la prépondérance politique des blancs persistera longtemps encore; sans doute, la participation des indigènes à la direction de leurs propres destins augmentera et des forces venues de la culture européenne transformeront la vie des noirs plus qu'elles ne l'ont fait jusqu'ici, mais les possibilités d'indépendance politique n'apparaissent pas encore à l'horizon africain.

Les gouvernements européens ont une tendance à considérer leurs possessions d'Afrique avant tout comme des positions de pouvoir économique et politique. Elles sont cependant davantage: elles impliquent la responsabilité de l'avenir d'une race humaine. Mais une responsabilité de ce genre ne peut se limiter aux puissances européennes qui se trouvent, par hasard, posséder aujourd'hui des colonies dans ce continent: elle touche tous les peuples civilisés qui, par leur histoire et leur action culturelle, sont appelés à collaborer à cette œuvre.

Berlin, Universität. Internationales Institut
für afrikanische Sprachen und Kulturen.

DIEDRICH WESTERMANN

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

PAOLO BONETTI – *Direttore responsabile.*

MILANO – TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.

SUPPLÉMENT

'Traductions Françaises

des articles dont le texte original n'est pas en langue française.

(Chaque traduction a été revisée par l'Auteur).

LE MYSTÈRE DE ε AURIGAE

La binaire à éclipses supergéante epsilon Aurigae présente un problème unique qui a défié sa solution pendant un quart de siècle. On montre que l'on peut trouver une solution qui lève les difficultés précédemment rencontrées. Cette solution conduit à la description suivante: une étoile supergéante F (de température approximativement solaire) et une étoile infra-rouge beaucoup plus vaste et beaucoup plus froide forment un système binaire, d'une période de 27 ans. Durant deux des années de cette période l'étoile F est éclipsée par l'étoile infra-rouge. Bien que l'éclipse soit totale, l'étoile F reste visible tout le temps; l'étoile infra-rouge ne réduit la lumière visible de l'étoile F que de la moitié de son intensité normale, comme un nuage mince dans le ciel affaibli, mais ne cache pas la lumière du Soleil. La diffusion de Rayleigh par les molécules ne peut pas être responsable de l'affaiblissement de la lumière; on suggère que la diffusion par des électrons en est responsable dans une enveloppe environnant l'étoile infra-rouge du côté qui est exposé au rayonnement ionisant de l'étoile F. Cette enveloppe est comparable à la couche de Heaviside de la Terre, formée par le rayonnement solaire. Cette enveloppe produit aussi le doublement des raies durant les phases partielles de l'éclipse. Des observations récentes dans l'infra-rouge sont mentionnées qui confirment la description indépendamment donnée.

Epsilon Aurigae est une étoile de la troisième magnitude, pas très éloignée de l'étoile brillante Capella. Durant un quart de siècle, l'étoile a été considérée comme un cas anormal dans la classe des variables à éclipses. Une variable à éclipses est une étoile binaire dont les composantes sont si serrées que l'une des composantes éclipse périodiquement l'autre. Cet effet d'éclipse produit une diminution de la lumière totale du système, et d'après les variations de l'éclat total, qui peuvent être pointées en une courbe dite de lumière, on peut esquisser certaines conclusions sur la brillance relative et les diamètres des composantes. Des renseignements supplémentaires sont déduits des mesures de vitesse radiale, et de la classe spectrale du système.

On possède de tels renseignements pour plusieurs douzaines de variables à éclipses. Mais, en nul autre cas que ε Aurigae, il ne s'est trouvé (en apparence) de contradiction flagrante entre les observations photométriques et spectroscopiques. Déjà, en 1934, Dugan dans son excellente « Finding List of Eclipsing Variables » résume son cas en ces termes: « Beaucoup d'énigmes ».

L'énigme à résoudre résulte de la description suivante des observations. Chaque 27 ans, l'étoile se met en éclipse pour une période de deux années. Durant une demie année, l'étoile devient plus faible, puis elle reste constante un an, à la moitié de son éclat primitif, et ensuite, en une demi année, elle revient à l'état normal où elle reste 25 ans. D'autre part, les observations spectroscopiques montrent que l'étoile se déplace sur une grande orbite, en une période de 27 ans aussi. L'éclipse se produit dans une position de l'orbite telle qu'il est clair que c'est l'étoile visible que nous appellerons A, qui est éclipsée par l'autre étoile, B.

Un minimum constant, comme nous l'avons dans le cas présent, veut

dire ordinairement que l'une des composantes (A) est complètement cachée durant ce temps, le reste de la lumière étant dû à B. On voit aisément que pour des étoiles sphériques, ou même ellipsoïdales (qui apparaitront sous forme d'ellipses ou de cercles en projection) il n'y a pas d'alternative tombant sous les sens.

En adoptant cette interprétation du minimum, il s'ensuit que A et B sont également brillantes, puisque la moitié de la lumière disparaît quand A est obscurcie. Le fait que A reste complètement cachée durant une année entière par B prouve que B est beaucoup plus grande que A; en fait, on voit facilement que le diamètre de B vaut trois fois celui de A, si nous observons l'orbite par la tranche. Si l'orbite a une inclinaison différant de 90° (par rapport à un plan perpendiculaire à la ligne de visée), le rapport B-A peut atteindre 10/1 ou plus. Cependant, puisque nous avons trouvé que B et A sont également brillantes, B doit être beaucoup plus faible que A à superficies égales, en proportion du carré du rapport des rayons. Par suite, l'éclat superficiel de B ne peut pas dépasser le 1/9 de celui de A, et il peut n'être qu'un 1/100 ou moins. Il s'ensuit immédiatement que les types spectraux de A et de B doivent être très différents. Une des énigmes provient maintenant de ce que le spectre observé durant l'éclipse totale, quand A est caché, est pratiquement identique à celui en dehors de l'éclipse. Nous pouvons dire autrement: les spectres de A et de B sont semblables, bien que les brillances soient très différentes. Cette conclusion contredit tous nos résultats bien établis, soit théoriques, soit empiriques, sur la formation des spectres stellaires. Mais il y a d'autres énigmes. Si A et B sont également brillantes, alors les deux spectres devraient montrer quelquefois que le mouvement orbital est assez grand pour séparer les raies spectrales. Mais aucune trace d'un second spectre ne peut être vue en dehors de l'éclipse. Durant l'éclipse, quand les deux étoiles se meuvent perpendiculairement à la ligne de visée, et ont, par suite, des vitesses radiales égales, quelquefois deux spectres apparaissent, cependant. Ce fait énigmatique fut découvert par Vogel et Eberhard dès 1902.

D'autres contradictions ont été trouvées encore, mais le tableau présenté suffira à illustrer le problème pour nous.

Diverses explications ont été suggérées pour éviter l'une ou l'autre des contradictions. Une de celles-ci est que B n'est pas une étoile, mais un nuage allongé de météores, sept fois plus long que large. En passant devant A, un peu de la lumière de A reste visible, expliquant le fait que le type spectral ne change pas. Le cas serait semblable à celui d'un dirigeable passant à travers le ciel sur le disque solaire, en supposant que l'aéronef soit plus long, mais plus étroit, que le diamètre apparent du Soleil. Mais le spectre secondaire, durant l'éclipse, n'est pas expliqué, et le nuage de météores ne serait pas stable.

On a suggéré encore que B serait semi-transparente. Mais ceci contredit le minimum constant observé. A deviendrait de plus en plus faible, jusqu'au point où elle aurait atteint la plus petite distance au centre de B, et, alors, elle deviendrait à nouveau plus brillante.

La solution de ce problème fut récemment trouvée à l'observatoire Yerkes.[1] La clef de la solution se trouva dans la compréhension du fait

[1] L'article technique a été publié dans l'« Astrophysical Journal ».

d'après lequel la relation masse-luminosité fournissait l'anneau manquant dans la chaîne de la documentation connue. Cette relation a été déterminée à nouveau, d'une manière purement empirique, avec une quantité beaucoup accrue de données d'observation, de sorte que, même pour les étoiles massives, la relation était bien établie. L'argument utilisé est brièvement le suivant.

En ne considérant pas l'intervalle de l'éclipse, il est clair, d'après les apparences du spectre, que les observations spectroscopiques concernent une seule étoile, A, l'étoile visible à l'œil nu. Cette étoile est éclipsée chaque 27 ans, ainsi qu'il résulte de la courbe de lumière et des vitesses radiales. Des observations de vitesse radiale, on déduit la fonction dite fonction de masse, qui est une quantité comprenant la masse de B, celle de A, et l'inclinaison de l'orbite. Cette inclinaison ne peut pas être observée directement. Adoptons pour cette dernière une valeur arbitraire. Alors, nous avons seulement deux inconnues, les masses de A et B, et une équation, la fonction de masse, reliant les deux. Supposons maintenant que nous connaissions le rapport des masses; alors les masses seraient connues toutes les deux. Le point intéressant est que ce rapport des masses entre aussi comme facteur dans la *distance* de A à B, parce que les observations spectroscopiques ne nous donnent que la distance entre A et le centre de gravité de A et de B. Les dimensions de A et de B dépendent à leur tour de la courbe de lumière et de la distance de A à B. Par suite, les diamètres de A et de B comprennent le rapport des masses. Si, alors, le rapport des masses est choisi, non seulement nous trouvons une valeur pour les masses de A et de B, mais aussi une valeur de leurs dimensions. Mais, puisque la température superficielle de A est connue, la loi de Plank donne du même coup la grandeur absolue de A. Le rapport de masse peut par conséquent être fixé par la condition que la masse et la grandeur absolue obtenues pour A satisfassent à la relation masse-luminosité. Il se trouve qu'une seule solution est obtenue, et que le rapport de masse en résultant est bien défini.

Par suite, pour chaque valeur de l'inclinaison de l'orbite, une seule solution des masses et des dimensions est trouvée pour laquelle l'étoile visible A satisfait à la relation masse-luminosité. Il se produit alors que, pour beaucoup des valeurs de l'inclinaison, des dimensions physiquement impossibles, ou improbables de A ou de B sont obtenues. Des inclinaisons inférieures à 65° font B si grande que les forces de marées de A la briserait; et des inclinaisons supérieures à 70° feraient A si grande, et, par suite, si brillante, qu'elle serait de beaucoup plus brillante que toute étoile stable déjà trouvée dans la Galaxie ou dans les nébuleuses spirales.

Le résultat selon lequel l'inclinaison de l'orbite serait voisine de 70° est magnifiquement confirmé par une preuve indépendante: on le trouve aussi par une étude détaillée des duplicités dans le spectre près du minimum, mentionnées ci-dessus. L'explication de ces raies doubles est donnée ci-dessous.

Avec une inclinaison orbitale de 70°, le diamètre de B se trouve être 14 fois plus grand que celui de A. La masse de A est environ 36 fois celle du Soleil, et celle de B environ 25 fois. Le diamètre de A est environ 190 fois celui du Soleil, et celui de B 2700 fois. Pour la grandeur absolue de A nous la trouvons de 11.8 magnitudes, ou 52,000 fois, plus brillante que le Soleil; l'éclat visuel est plus grand que celui de toute autre étoile connue, mais, bolométriquement, l'étoile est dépassée en éclat par VV Cephei A et par quelques étoiles très lumineuses O et B.

Nous trouvons une conclusion intéressante quand nous supposons que B satisfait aussi à la relation masse-luminosité (puisque cette relation n'a pas été contrôlée pour des étoiles aussi extrêmes, cette hypothèse n'est pas nécessairement légitime; plus tard nous trouverons une confirmation frappante de son exactitude approchée). D'après la valeur connue de la masse, nous trouvons que B est de 1.0 magnitude, ou 2½ fois plus faible que A. Cette valeur de la grandeur absolue, ou magnitude bolométrique, concerne la somme des radiations calorifiques de toutes longueurs d'onde, et non pas simplement l'intensité de la lumière visuelle. Le diamètre de B étant extrêmement grand, le rayonnement calorifique par unité de surface est très petit, et, par suite, sa température superficielle est basse, environ 1350° K. La température de A est d'environ 6300° K, un peu plus élevée que celle du Soleil.

Les résultats ainsi obtenus sont basés sur les observations utilisables, complétées par l'hypothèse selon laquelle les composantes satisfont à la relation masse-luminosité. Nous déduirons maintenant d'autres conséquences, qui dissiperont les « énigmes » mentionnés ci-dessus.

Du fait que l'inclinaison orbitale est voisine de 70°, il résulte que, durant l'éclipse, A n'est pas cachée par la partie centrale de B, mais par l'enveloppe de B. Cette enveloppe doit avoir une densité extrêmement basse, puisque la densité moyenne pour l'étoile entière, qui doit être énormément plus élevée, n'est que 10^{-9} fois celle de l'eau (ainsi qu'il résulte immédiatement du diamètre et de la masse donnés ci-dessus), ou égale à un « vide » de laboratoire correspondant à la pression de 0.0006 mm!

Cette enveloppe est exposée à un rayonnement émanant de deux sources différentes: le rayonnement venant de B elle-même et le rayonnement de A. Quantitativement, les deux rayonnements seront d'importance à peu près égale pour le côté de B qui est exposé à A; parce que A rayonne une magnitude de plus, mais son centre est environ deux fois plus loin que celui de B. Mais la nature des radiations est très différente: le rayonnement de A est actif photoélectriquement, étant intense dans le violet et l'ultraviolet; mais le rayonnement de B est principalement du rayonnement calorifique du proche infra-rouge.

Le cas auquel nous avons affaire n'est pas très différent de celui plus familier présenté par l'atmosphère de la Terre, qui est exposée au rayonnement solaire, mais qui appartient par ailleurs à un corps de basse température la Terre. Le rayonnement ultraviolet lointain pénètre l'atmosphère supérieure à une certaine profondeur, pour être complètement absorbé dans une certaine couche, qui contient assez d'atomes pour épuiser ce rayonnement. Dans cette couche, un certain degré d'ionisation sera maintenu par le rayonnement; ceci explique la bien connue couche d'Heaviside, qui réfléchit les ondes de la radiotéléphonie. Comme le degré d'ionisation est faible, et par suite la recombinaison des atomes lente, la couche d'Heaviside n'est pas détruite immédiatemment après le coucher du Soleil, mais persiste durant la nuit.

Dans l'atmosphère de la composante infra-rouge de Epsilon Aurigae, une couche analogue à la couche d'Heaviside se forme, avec la différence, cependant, que, dans cette couche, l'ionisation est presque complète. La recombinaison sera par conséquent rapide, l'ionisation disparaissant aussi tôt que le rayonnement. Par suite, la couche ionisée n'est présente que sur

le côté de B qui est immédiatement exposé au rayonnement de A; une rotation de B ne serait pas suceptible de la transporter de l'autre côté.

Il est bien connu que des particules chargées diffusent la lumière visible, mais ne la colore pas comme le fait la diffusion de Rayleigh. En d'autres termes, des particules chargées comme des électrons, diffusent la lumière d'une manière non sélective, ce qui entraîne un égal pourcentage de chaque couleur, de sorte que la lumière transmise est affaiblie, mais conserve sa couleur primitive. C'est le contraire pour la diffusion par les molécules (diffusion de Rayleigh), qui rougit la lumière transmise, comme on le sait bien par la couleur du coucher de Soleil.

La question se présente maintenant: la « couche d'Heaviside » de B peut-elle être suffisamment étendue pour réduire la lumière de A vue à travers elle à la moitié seulement de sa valeur primitive? Si c'était le cas, nous aurions expliqué, d'abord, le fait que le minimum observé en lumière visuelle est de même profondeur que le minimum observé photoélectriquement (longueurs d'onde 5500 et 4600 A respectivement); ensuite, que nous observons un minimum à peu près *constant*, parce qu'une *enveloppe* serait susceptible de produire un tel minimum; troisièmement, que la classe spectrale durant le minimum est la même qu'à d'autres moments; et, quatrièmement, nous pourrions alors expliquer le doublement des raies durant le minimum par la rotation de la composante B. En fait, les variations des raies durant le minimum le suggèrent fortement.

La question posée dans le paragraphe précédent reçoit une réponse affirmative, ainsi qu'une étude théorique importante de B. Strömgren l'a montré. Il n'a pas seulement montré que l'enveloppe (qui n'est pas tout à fait sphérique, mais plutôt sphéroïdale, le petit axe étant pointé vers A) devait produire un minimum du type observé, mais que les atomes dans l'enveloppe devaient être portés à des niveaux d'énergie correspondant étroitement à ceux auxquels se maintiennent les atomes dans l'atmosphère de l'étoile A. La raison de ce fait remarquable est que la très basse densité dans l'enveloppe compense la basse densité du rayonnement de A. Ceci explique en même temps pourquoi le dédoublement des raies a été observé durant l'éclipse: le spectre d'absorption de A et de l'enveloppe sont semblables. Le degré de dissymétrie de la raie double confirme incidemment la valeur de l'inclinaison de l'orbite, 70°, et conduit à une vitesse équatoriale de B d'environ 50 km/sec.

Il semble donc que l'interprétation correcte de ce système mystérieux ait été trouvée. La solution découlant des observations est d'accord avec les principes de la physique. Néanmoins une confirmation entièrement indépendante fut considérée comme souhaitable, parce qu'elle pourrait jeter de la lumière sur une hypothèse faite qui n'était pas complètement hors de doute: que B satisfait à la relation masse-luminosité. Cette confirmation nous est venue depuis moins d'une mois. Il était clair qu'un des aspects de la solution était susceptible d'un nouveau contrôle: l'intensité infra-rouge de ε Aurigae est-elle compatible avec la présence de la composante infra-rouge hypothétique?

Deux recherches récentes ont confirmé nos prévisions d'une manière frappante. L'une fut effectuée par Hall à Sproul Observatory de Swarthmore College près de Philadelphie, l'autre par Emberson, Loevinger, et

Sterne à Harvard Observatory, près de Boston. Ces derniers chercheurs ont mesuré l'étoile avec des thermocouples sensibles et ils ont trouvé que le rayonnement total était en étroit accord avec les prévisions; les résultats ne sont pas encore définitifs, cependant, puisque le rayonnement infra-rouge n'a pas encore été mesuré séparément, ce qui est désirable en vue des petites variations dans la lumière de A.

Les mesures de Hall ont été faites entre 4500 et 10.000 Å avec une cellule photo-électrique. Elles montrent d'une manière concluante que la composante infra-rouge contribue pour environ 0,13 mag. au rayonnement du système vers 9600 Å. D'après cette valeur, et le rapport des rayons, on peut trouver le rapport des températures de A et de B, et par suite la température de B. On l'a trouvée d'environ 100° plus élevée que celle prédite, ce qui correspond à un écart de 0.3 mag. par rapport à la relation générale masse-luminosité.

Non seulement ce résultat confirme notre travail, mais il montre la validité extrêmement générale de la relation masse-luminosité. Car, ici, nous avons une étoile qui occuperait presque tout l'espace du Soleil à Neptune; avec une densité moyenne égale à un bon vide de laboratoire; avec une température superficielle à peine stellaire, mais à plus proprement parler celle d'un fourneau. Et de plus, cette étoile obéit à la même relation entre la masse et le rayonnement calorifique total que les étoiles aussi denses que l'eau.

Deux questions peuvent se présenter au lecteur: (1) Y a-t-il d'autres cas connus où une éclipse apparemment totale n'est pas autre chose qu'une réduction de lumière causée par l'étoile brillant *à travers une autre étoile*? Aucun autre cas n'a encore été trouvé. Ceci demande une combinaison spéciale, qui est probablement très rare dans la nature: une étoile assez chaude accompagnée d'une étoile froide extrêmement ténue. Des étoiles comme le Soleil ont un limbe finement défini, et même les géantes ordinaires sont probablement assez bien définies. Mais parmi les supergéantes, comme ε Aurigae, d'autres cas peuvent se trouver. (2) La composante infra-rouge de ε Aurigae est-elle la plus grande étoile actuellement connue? Il y a un cas rival, VV Cephei. Il y a beaucoup d'analogies entre ε Aurigae et VV Cephei. Toutes deux consistent en une supergéante chaude et un compagnon rouge, de vastes dimensions et de basse densité. Mais la température absolue de la composante rouge de VV Cephei est environ deux fois celle de ε Aurigae, et par suite, sa grandeur absolue est $2^4 = 16$ fois plus élevée. De plus, son rayonnement est déplacé vers des longueurs d'onde deux fois plus courtes. Ces faits font de la composante rouge de VV Cephei la maîtresse dans sa propre atmosphère, à l'exception de ses bords les plus externes, qui semblent montrer un spectre d'absorption intermédiaire.

Il semble alors que ε Aurigae soit unique par ses conditions extrêmes, et particulièrement par le fait qu'elle présente un phénomène astronomique qu'on ne trouve dans aucun autre système: une éclipse par une couche de Heaviside stellaire.

Chicago, The University, Yerkes Observatory.

G. P. KUIPER

(Traduit par H. Grouiller, Observatoire de l'Université de Lyon).

NOTION CONSCIENTE
ET REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DU TEMPS

II.

La représentation schématique du temps.

Pour les besoins de la pratique, et bien plus encore pour ceux des travaux scientifiques, la détermination quantitative des relations temporelles est une nécessité. Elle conduit à l'établissement d'un schéma chronologique prenant, si on le relie tout d'abord à la sensation subjective de temps, la forme linéaire. L'extension de la notion de temps des perceptions subjectives aux relations temporelles objectives, c'est-à-dire à celles qui sont couramment admises, conduit ensuite, pour figurer le cours du temps, à l'adoption du schéma conique. Ce dernier peut également s'accorder avec les hypothèses de la théorie relativiste.

La considération, du point de vue des sciences exactes, du temps — ou plutôt des relations temporelles existant entre les événements — rend indispensable un mode de représentation schématique de celui-ci. Bien qu'originellement la notion consciente du temps repose en fait sur la perception subjective des relations temporelles, il n'en subsiste pas moins que l'établissement d'un schéma chronologique utilisable pour les besoins de la vie courante, mais aussi et surtout pour ceux des sciences, — physiques en particulier —, se trouve lié à des faits objectifs. Au nombre de ceux-ci comptent les mouvements uniformes de corps existant dans la nature même qui nous entoure, principalement ceux des astres (rotation de la terre), et ceux produits dans des mécanismes artificiels (horloges et montres). Ces deux sortes de mouvements nous fournissent une échelle, utilisable aussi bien dans la pratique que dans la théorie, permettant la mesure d'intervalles de temps.

En outre de ce schéma purement numérique et quantitatif nous avons encore recours, pour figurer le cours du temps à un schéma spatial ou linéaire. Les points de l'« axe des temps » correspondent dans l'ordre chronologique aux « instants » ou « moments ». L'axe des temps se trouve divisé par le moment actuel, l'instant « présent », en deux demi-droites aboutissant chacune à l'infini et représentant, l'une le « futur », l'autre le « passé ». Et pourtant « futur » et « passé » sont, au sens le plus rigoureux, des imaginaires, quelque chose de fictif et d'irréel: seul le présent, lui, est réel, au moins pour ce qui est des sensations subjectives. Si nous appliquons le schéma linéaire au temps, le moment actuel, l'instant « présent » se trouve condensé, concentré en un simple point de temps et il se trouve, tout comme ce dernier, dépourvu d'étendue. Mais alors un moment sans étendue, un « temps nul » ne se trouvera évidemment guère approprié pour être le support de nos sensations; car, encore que notre perception consciente ne ressortisse ni du passé, ni encore moins du futur, il ne se trouve en fait sur l'« axe des temps » aucun « endroit » où nous puissions la placer. D'ordinaire à cette occasion, la psychologie recourt à la notion de « temps de

présence »: elle assigne à l'acte réel de perception une durée de quelques secondes. Quant à moi, je prétends au contraire, qu'un acte conscient réel peut seul être, à strictement parler, quelque chose de présent; ce qui a été ressenti une seconde auparavant appartient déjà indiscutablement au passé. Qu'un temps de présence englobe, outre le « présent », une fraction de passé, c'est en soi-même une contradiction. Ce n'est que sous forme de souvenir que le passé reste vivant dans notre conscience, mais les souvenirs qui se réfèrent au passé font à vrai dire, en dépit de leurs relations avec ce dernier et au même titre que les attentes de choses futures, partie du présent. Il existe des *souvenirs visuels* se rapportant aux événements que nous avons directement vécus, comme il est des *souvenirs d'imagination* se rapportant à des événements antérieurs qui dans la conscience ne représentent nullement des images-souvenirs ou ne le font que très vaguement; mais, en tout cas, ces deux types de souvenirs font partie du présent et sont rigoureusement concomitants avec le contenu actuel de notre conscience basé sur les impressions-mères. Si la question se pose de savoir dans quel laps de temps doit alors se dérouler une sensation actuellement présente, on peut simplement dire que le schéma spatial utilisé, ici l'axe des temps, n'est pas adéquat pour représenter la perception du moment présent; ce n'est pas en effet par un point sans étendue sur cet axe que peut se trouver figuré le présent rempli du contenu réel de nos expériences vécues; il pourra encore bien moins l'être par un petit segment sur cette droite car tout ce qui, sur celle-ci, se trouve en-deçà ou en-delà du point présent doit n'être logiquement compté que comme avenir ou passé, donc de toute façon n'appartient plus au présent. Le schéma linéaire est donc en ce cas défaillant.

Par contre il nous rend de signalés services dans la figuration de certaines relations temporelles. Cependant, même alors, nous sommes obligés de décomposer sur un axe horizontal la multitude et des impressions-mères et des souvenirs, présents les uns comme les autres, co-existants simultanément dans la conscience. C'est chose impossible que de représenter sous une forme différente la multiplicité des éléments conscients que nous avons à considérer simultanément. Par contre l'axe vertical devra représenter l'axe des temps (Fig. 1).

En ce qui concerne le schéma de la Fig. 1, il y a lieu de faire les remarques suivantes. B_g doit se comprendre comme étant l'ensemble du contenu de notre conscience à un instant déterminé que nous rapportons au présent immédiat, c'est-à-dire en somme le total des sensations qui reposent sur des impressions toutes fraîches à l'instant présent. Les B_v et B_e sont les images-souvenirs relatifs à des événements vécus dans le passé; les B_v représentent des images-souvenirs qu'il nous est possible de produire encore visuellement et de lier sans discontinuité aucune avec les sensations du moment présent en une image ou un complexe quelconque d'images unique se référant au passé le plus proche: par exemple en une courte phrase, une mélodie, un déplacement de corps matériel. L'ensemble de ces représentations conscientes B_v peut (pour un instant déterminé) être désigné comme mémoire primaire. A l'opposé, les B_e seraient à qualifier de mémoire secondaire: ils figurent tous ces souvenirs qui ne se fusionnent plus sans discontinuité avec quelque chose d'actuel, mais apparaissant au contraire également matériellement distincts du présent, dont ils sont

séparés par un certain intervalle de temps. Si l'indice temporel v est le même et B par contre différent, les B_v, B'_v figurent des souvenirs de différente nature se rapportant cependant à un même instant passé; une différence des indices temporels indique par contre des moments divers du passé. Sur la base de la différence des indices temporels tous les souvenirs se rapportant à un instant présent sont rabattus comme événements vécus (E_t) sur l'axe des temps; en fait, tous se trouvent ainsi placés sur la demi-droite du passé. Si les B ne témoignent d'aucune diversité de contenu, les B_{v_1}, B_{v_2}, B_{v_3} correspondent à ce point de vue aux mêmes images qui permettent de reconnaître seulement une variation chronologique: telle est par exemple à peu près l'image d'un corps dont l'impression actuelle sur nous est identique à celles qu'il vient de nous laisser, d'où résulte l'image d'un corps indéformable restant constamment au repos. Il est aisé de comprendre qu'en ce cas les images-souvenirs qui diffèrent seulement par leurs indices temporels, mais non par leur contenu, ne sont pas facilement séparables par notre conscience. A cela correspond le fait que, par exemple, en fixant un objet immobile nous perdons facilement la notion consciente du temps. On peut admettre que la représentation d'un objet fixe invariable, et par suite celle d'une durée abstraite, soit en somme à peu près impossible si parallèlement aux B_{v_1}, B_{v_2}, B_{v_3} au contenu identique, nous n'avions les B'_{v_1}, B'_{v_2}, B'_{v_3} aux contenus différents.

Aussi longtemps que nous avons à faire aux expériences réalisées par un seul observateur, il n'y a point de raison de nous écarter du schéma linéaire pour la répartition chronologique des sensations; nous pouvons transposer ce schéma aux événements objectifs qui correspondent à celles-ci. Nous sommes pourtant obligés d'admettre que les sensations ressenties par un seul observateur à un instant quelconque sont en réalité une fraction négligeable des événements qui simultanément se déroulent dans l'univers entier. Si alors notre schéma linéaire doit être utilisable pour tous ces derniers au point de vue de leur répartition chronologique, la notion de simultanéité d'événements distincts dans l'espace doit pouvoir être fixée avec précision: pour tout événement, si lointain soit-il de l'observateur, il y a lieu d'établir s'il est concomitant ou non avec un phénomène survenant au lieu où se trouve l'observateur.

Ici se présente une difficulté que Robb [1] entre autres a signalée. Si, en ce qui concerne la succession chronologique des divers instants, nous conservons le schéma linéaire, en attribuant à chacun de ceux remplis par une sensation un point de l'axe des temps, il faut satisfaire à la loi suivante: si un instant A n'est ni antérieur ni postérieur à un instant B, les moments A et B sont identiques. Cela résulte simplement du schéma linéaire; étant donné deux points d'une droite dont l'un ne précède, ni ne suit le premier, ces deux points doivent coïncider.

Mais, en fait, quel est le principal motif qui nous pousse à dire d'un instant qu'il est antérieur ou postérieur à un autre? Voici ce que Robb répond: nous nommons postérieur à un instant A un instant B quand un phénomène au point A peut être cause d'un autre (effet) au point B. Cette formule rappelle vivement l'idée de Kant; le « post hoc » est en réalité un « propter hoc ». Cependant, cette formule devient difficilement acceptable

[1] *A Theory of Time and Space*, 1914; *The absolute Relations of Time and Space*, 1921.

si nous ne considérons que nos sensations subjectives de temps: en ce cas, en effet, il n'existe pas à coup sûr, entre les instants présent et passé, de relations de causalité susceptibles de provoquer en nous la sensation du passé et du futur. Les formes les plus simples de sensations chronologiques, telles que celles données par les impressions des notes consécutives dans une mélodie, ne se trouvent pas juxtaposées dans un rapport de causalité; la notion consciente d'antérieur et de postérieur précède à coup sûr psychogénétiquement la notion consciente de cause à effet.

Il en va tout autrement si nous prenons en considération non plus la succession chronologique de sensations subjectives, mais celle d'événements objectifs, surtout si nous tenons compte aussi de ceux qui se déroulent en des endroits quelconques. Pour ce qui est des moments de tels phénomènes, on peut toutefois dire ceci: la considération d'une chronologie de tels instants « objectifs » ne sera pour nous établie que s'il nous est possible de fixer entre eux des rapports de cause à effet. Un exemple éclaircira la question. Sur le coup de 12 heures, un signal lumineux s'allume; il peut être aperçu en un point B distant de 600.000 km à 12 heures et 2 secondes; là, il peut se trouver réfléchi et parvenir à nouveau en A à 12 heures et 4 secondes. Il existe ainsi, entre les trois instants précisés, une relation de causalité du fait de laquelle l'ordre de succession de ceux-ci se trouve établi de toute évidence. Par contre, il n'y a aucune relation de causalité entre les instants 12 heures et 1 seconde au point A et 12 heures et 2 secondes au point B, pas plus qu'entre les instants 12 heures 2 secondes et 12 heures 3 secondes, si nous admettons qu'aucun phénomène ne se propage dans la nature à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Si donc, pour ce qui est de la fixation chronologique de deux instants, la possibilité d'action de l'un sur l'autre est le critère décisif, les moments ci-dessus spécifiés restent chronologiquement indéterminés. Le schéma de la succession dans le temps d'instants ne peut donc être correctement exprimé par les points d'une droite, étant donné que sur celle-ci tout point se trouve, soit devant, soit derrière un autre; par suite, si les points de la droite correspondent à des instants, ceux-ci seraient tous déterminés eu égard à leur ordre chronologique. Comme schéma chronologique mieux approprié, Robb introduit donc, aux lieu et place de la droite, la disposition conique. Un instant quelconque est figuré par un point A (Fig. 2). Les instants précédant ou suivant A sont représentés non plus par les points d'une droite, mais par deux cônes opposés par le sommet en A. Tous les points qui se trouvent à la surface ou à l'intérieur des cônes inférieur ou supérieur représentent respectivement des instants antérieurs et postérieurs à A (Fig. 2). Les points, tels que A_1 et A_2, extérieurs à l'un ou l'autre de ces cônes représentent les instants chronologiquement indéterminés par rapport à A. Il se présente immédiatement une objection: nous ne pouvons savoir en toute certitude si l'on ne trouvera pas des phénomènes se propageant plus rapidement que la lumière. Quoi qu'il en soit, même en pareil cas, la conception de Robb, qui conduit à admettre des instants chronologiquement indéterminés en des lieux divers, restera exacte. Uniquement si la vitesse de propagation était infiniment grande, — ce qui supposerait qu'aucun laps de temps ne séparerait à tout instant les effets provoqués par le phénomène dans des lieux même très éloignés du lieu de son apparition —, et seulement en ce cas l'indétermination chronologique d'un instant quelconque serait exclue.

Ce schéma conique a été, comme on peut s'en rendre compte, établi par Robb en dehors de toute considération se référant à la théorie de la relativité; du fait de cette dernière, il a pourtant trouvé, auprès de Minkowski, Eddington et Reichenbach entre autres, une confirmation et une généralisation extrêmement intéressantes. Cela résulte de ce que, pour la détermination des longueurs correspondant aux temps et aux espaces, l'état de mouvement de l'observateur intervient. Si, par exemple, pour un observateur donné, deux événements ont un écart chronologique nul, ils sont pour lui simultanés; mais, pour un autre observateur se déplaçant par rapport au premier avec une vitesse v, l'écart chronologique entre ces deux mêmes phénomènes sera donné par la formule connue de transformation de Lorentz: il sera donc, en général, différent de zéro. Il y a lieu, eu égard à la fixation chronologique des événements de tenir compte d'un deuxième axiome, et qui lui aussi n'est pas représentable au moyen du simple schéma linéaire. Mais il le devient parfaitement si nous prenons pour base de cette représentation le schéma d'Eddington [1] (Fig. 3). Sur ce dernier, le point O représente, pour un observateur donné, le « ici-présent » (jetzt-hier), c'est-à-dire non pas seulement un point de l'espace, mais aussi un instant. La droite I relie les lieux des événements qui se déroulent simultanément à O: c'est « l'axe du présent »; la droite Z qui lui est perpendiculaire figure le temps. Si donc, sur la Fig. 3, un événement est représenté par un « point d'univers » E_1 [2] cela signifie qu'il s'est déroulé à une distance spatiale OA et à un écart de temps AE_1 par rapport à O. Si l'on établit que les ordonnées de temps dirigées vers le haut indiquent le futur, ce ne sera que dans l'avenir que l'événement figuré par E_1 pour l'observateur en O pourra survenir. [3]

Si un autre événement se produit en un point B, par exemple, distant de O de 300000 km, il nécessite un temps déterminé pour pouvoir être perçu en O. Si c'est un signal lumineux, il nécessiterait une seconde pour pouvoir être perçu comme « actuel » en ce point. Son point d'univers serait ainsi B_2, avec $O\,B_2 = 300000$ km et $B\,B_2 = 1$ seconde. L'événement appartenant en soi naturellement au passé, l'ordonnée temporelle est dirigée vers le bas. Les droites L_1L_2 et L_3L_4 sont donc celles où se trouve tout ce qui est présentement vu en O, en bref « les droites de lumière »; les points de celles-ci sont les points d'univers des événements parvenant en O avec la vitesse de la lumière, par exemple d'un signal lumineux émis en B et reçu en O. Si la lumière mettait un temps nul pour parvenir en O en partant d'un endroit situé à une distance quelconque, les ordonnées de temps s'annuleraient: droite de lumière et droite du présent coïncideraient. Comme en réalité elle met un temps défini pour parcourir des distances définies, il est impossible que nous puissions donc voir simultanément ce qui se produit simultanément dans l'univers. Les axes de lumière sont par suite les positions limites, mais inaccessibles, des axes de présent.

Si nous imaginons alors un deuxième observateur, — de même aux point et instant figuratifs O mais dans un autre état de mouvement toutefois que le premier —, les valeurs des écarts spatiaux et chronologiques des

[1] Voir EDDINGTON, *Das Weltbild der Physik*, Vieweg, 1931, pages 50 et suivantes.

[2] Il faut tenir compte de ce que la position d'un point d'univers est définie à la fois par ses distances spatiale et chronologique à un point de départ O.

[3] Des événements qui sont représentés par un point d'univers entre L_1 et L_4 (ou entre L_3 et L_2) sont pour un observateur en O seulement imaginables, non perceptibles.

événements devront être pour lui différentes de ce qu'elles étaient pour le premier observateur, en accord avec les transformations de Lorentz. Les événements qui se propagent vers O avec la vitesse de la lumière, tels que des signaux lumineux, sont exclus. On sait que la valeur de la vitesse de la lumière a été trouvée constante pour tous les observateurs quelle que soit leur vitesse propre, étant admis que ceux-ci sont animés d'un mouvement uniforme. Il s'ensuit donc que les droites de lumière doivent être les mêmes pour tous les observateurs mus conformément. Toutefois les axes du présent et du temps (I′ et Z′ sur la Fig. 3) sont différents pour le second observateur qui pourtant se trouve en O tout comme le premier. Si alors un événement est, pour tous deux, représenté par un point E_1, on constate ceci: non seulement les écarts spatiaux par rapport à O diffèrent, mais encore et surtout les coordonnées de temps E_1A et E_1A_1 ont non pas seulement des valeurs inégales, mais bien aussi des directions différentes: positive dans l'un des cas ce qui indique le futur, négative dans l'autre et donc dirigée vers le passé. N'arrivons-nous pas alors à des conclusions absurdes? Si passé et futur sont permutés pour le deuxième observateur, il semble alors bien possible qu'également cause et effet puissent faire de même, donc que pour l'un des observateurs l'effet puisse précéder la cause.

Pourquoi cela n'est jamais possible, même avec les hypothèses de la théorie relativiste, nous pouvons le déduire à nouveau de notre schéma.

En O imaginons, en nombre quelconque, plusieurs observateurs animés de vitesses différentes: leurs axes de présent auront bien tous des positions distinctes les unes des autres, mais tous devront cependant se trouver dans l'espace entre les axes de lumière L, comme les lignes I et I′ représentées sur la figure 3. Il a déjà été indiqué ci-dessus que les axes de lumière représentaient des positions-limites que ne pouvaient jamais atteindre les axes de présent.

Considérons alors un événement qui se déroule à une distance spatiale O B de O. Qu'est-ce que ce signifie s'il est représenté par le point B_2 de l'axe de lumière? Sa distance chronologique de O est dans ce cas $B\,B_2$; c'est le temps que nécessite un événement survenant en B (par exemple, un signal lumineux) pour parvenir de B en O. Si donc il est perçu à l'instant O, il doit s'être déroulé à une distance chronologique $B\,B_2$ de O; le segment O B est le chemin parcouru par la lumière dans le temps $t = B\,B_2$.

Que se passe-t-il alors si le point d'univers de l'événement considéré est B_1, en deçà de l'axe de lumière, ou bien B_2, au-delà du même axe? Dans les deux cas l'événement a la même distance spatiale O B de O. Par contre l'écart chronologique de cet événement par rapport à ce même point est dans le premier cas inférieur, et dans le second supérieur, à $B\,B_2$. Cela signifie: dans le premier cas, même un signal lumineux n'est pas en mesure de parcourir le segment O B dans le temps déterminé par l'écart chronologique $B\,B_1$, ce dernier étant inférieur à $B\,B_2$; dans le second cas au contraire, l'écart chronologique par rapport à O de l'événement est supérieur à celui mis par le signal lumineux pour franchir la distance O B.

Rappelons-nous maintenant le critère décidant de la succession chronologique de deux instants A et B. Celle-ci doit cependant être établie de façon absolue si un événement survenu à l'instant A peut exercer son effet à l'instant B. Si donc à nouveau nous admettons que la propagation la plus rapide dans la nature s'effectue avec la vitesse de la lumière, on re-

connaît qu'une action est possible à partir des instants B_2 et B_3 figurés, mais non de l'instant B_1, en raison de l'éloignement spatial O B par rapport à l'instant et au lieu O: dans ce dernier cas en effet la propagation de B vers le point de l'espace O devrait se faire à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Il résulte de là que les instants B_1 et O, entre lesquels un effet n'est pas possible, sont chronologiquement indéterminés. A l'inverse, les instants B_2 (ou B_3) et O sont chronologiquement déterminés, car des effets sont susceptibles d'être constatés de l'un à l'autre. Cette considération est valable pour tous les observateurs se trouvant en O, en raison de ce que leurs axes de présent se trouvent, tous sans exception ,dans l'intervalle séparant les axes de lumière. Les événements représentés par des points d'univers situés dans cet espace, — ou les instants auxquels ils se déroulent —, sont alors relativement à O, chronologiquement indéterminés, tels par exemple E_1. Il devient alors possible que l'événement ait lieu pour un observateur antérieurement à l'instant O, pour un autre postérieurement à ce même instant. Mais entre les instants considérés, il ne peut, comme on l'a montré, y avoir de rapport de causalité.

Par contre les événements représentés par des points d'univers situés dans les espaces $L_3\,OL_1$ et $L_2\,OL_4$ sont, — relativement à O et pour tous les observateurs —, ou passés ou futurs, donc chronologiquement déterminés; et il doit bien en être ainsi puisqu'entre les instants auxquels ils se déroulent et l'instant O une relation de causalité est possible. Ce serait un non-sens d'admettre ici une indétermination chronologique, en ce sens que la cause pourrait pour l'un des observateurs précéder l'effet, et pour un autre le suivre.[1]

Notre représentation se limite à la figuration des événements qui se déroulent sur un seul axe de l'espace. La généralisation est cependant très simple; si l'on fait tourner l'axe du présent autour de l'axe des temps on obtient la place pour loger les événements qui se déroulent dans le plan normal en O à l'axe des temps; les axes de lumière décrivent alors deux cônes, opposés par le sommet, qui représentent le passé et le futur absolus. Si nous imaginons que soit exécutée la même construction pour tout point de l'espace, nous arrivons à obtenir une généralisation de notre schéma englobant tous les événements imaginables et dans l'espace et dans le temps.

Graz, Universität.

K. SAPPER

(Traduit par Ch. Foucault, Nevers).

[1] Les espaces $L_3\,OL_1$ et $L_2\,OL_4$ correspondent aux espaces coniques dans le schéma de Robb (Fig. 2); les espaces $L_1\,OL_4$ et $L_3\,OL_2$ aux espaces dans lesquels sont placés A_1 et A_2 dans le schéma de Robb.

L'ÉVOLUTION DANS LA DÉTERMINATION DES PHÉNOMÈNES VITAUX SECONDAIRES

(ORGANISATION ET DÉGÉNÉRATION BLASTOMATEUSE, SÉNESCENCE ET MORT, FÉCONDATION, RYTHME ET ÉTAT DE SOMMEIL ET DE VEILLE).

Dans son déterminisme initial, la vie est inconnue; tout ce que l'on peut présumer, c'est qu'elle s'est manifestée à des époques, depuis longtemps dépassées, de l'évolution du Cosmos dans lesquelles l'état des forces cosmiques à la surface de la Terre devait différer de ce qu'il est actuellement et se prêter à la détermination de la vie. Celle-ci s'est conservée, à travers les changements progressifs inhérents à l'évolution du Cosmos, dans un état d'équilibre entre action venant de l'extérieur et réaction venant de l'intérieur, se resserrant dans la cellule et dans les organismes qui en sont dérivés. Il est présumable que les combinaisons chimiques ou agrégats moléculaires vitaux primordiaux se distinguaient aussi, dès le début, en diverses espèces. Les organismes et les formes sont allés s'intégrant progressivement dans l'opposition entre la force initiale végétative, indéfinie dans le temps, et une force à action contrastante et contentive, qui s'engendrait par l'organisation, force comparable à la force de cristallisation qui limite le développement et le contraint vers un centre de polarité ou d'organisation. De là, l'inéluctabilité de la mort chez les êtres qui se sont élevés à l'organisation. C'est dans cette direction que l'on pourrait peut-être aussi trouver la signification de la fécondation, c'est-à-dire de la nécessité d'une rencontre entre deux cellules à polarité opposée, pour que le nouvel organisme puisse se reconstruire, et, en sens inverse, la signification de la répulsion dans le phénomène de la réduction nucléaire. La dégénération blastomateuse pourrait être conçue comme une rechute des éléments organisés vers l'état antérieur à l'organisation, avec reprise de l'activité végétative indéfinie, que l'organisation avait réprimée, mais non éteinte. La prolifération blastomateuse est nettement antithétique à la prolifération régénérative et embryonale. Les phénomènes secondaires inhérents à la vie de relation se détermineraient, eux aussi, graduellement et parallèlement aux changements évolutifs dans l'état de l'ambiance, et comme des expressions dynamiques s'opposant, dans l'intimité de la cellule, à l'énergie végétative initiale: d'où la nécessité du rythme dans toutes les fonctions qui se sont déterminées par la vie de relation comme aussi entre l'état de veille et celui de sommeil.

Dans l'étude des phénomènes de la vie on a suivi en général deux critères différents, et considérés aussi comme opposés l'un à l'autre: l'un, qui voudrait rapporter rigidement tout phénomène vital aux lois et principes connus (ou, éventuellement, encore incomplètement connus) de la physique et de la chimie, tandis que l'autre, s'orientant et presque se fondant sur tout ce qui reste encore d'indéterminé dans la vie, voudrait identifier, ou tendrait à identifier une force particulière, dite force vitale, qui n'agirait que pour la vie, comme si elle avait été créée pour celle-ci, et qui parfois pourrait même agir indépendamment ou encore à l'opposé des normes établies par les susdits principes et lois.

Si, en effet, on peut dire, d'une part, que toutes les forces de la Nature sont en œuvre pour la Vie, il faut cependant reconnaître aussi, d'autre part, qu'elles y agissent sous l'influence d'une condition tout à fait particulière et de laquelle la vie tire la raison de son mouvement et de sa persistance. Et c'est précisément cette condition, exclusivement propre à la vie, qui nous reste encore inconnue dans son essence intime et dans le mécanisme de son origine et de son action. Et l'analyse scientifique ne peut arriver à scinder en ses éléments, comme elle le peut faire pour les autres sciences, ce phénomène qui se présente, certes, comme très complexe, et elle ne le peut parce que ce phénomène, dans l'état actuel des forces à la surface de la Terre, ne se produit que dans la cellule, qui implique déjà une constitution très

complexe et qui, à son tour, est arrivée jusqu'à nous à travers des époques déjà dépassées de l'évolution dans l'état des forces cosmiques, époques dont il est actuellement impossible de reproduire les conditions. Et les phénomènes de la biologie étant en étroite relation avec le phénomène « vie », et même sous la dépendance de celui-ci, la vie y entre elle-même, en une certaine manière, comme élément primordial, non réductible plus loin que la cellule. [1]

***

Si nous devons — puisque le phénomène n'est plus réalisable dans les conditions actuelles — admettre que la vie a été déterminée dans une période de l'évolution cosmique où les conditions de l'état des forces physiques et chimiques à la surface de la Terre devaient différer des conditions actuelles et se prêter à la formation de combinaisons atomiques dotées des attributs physico-chimiques qui caractérisent l'état vital, nous devons aussi, logiquement, admettre que le « phénomène vie » existait déjà, lui aussi, implicitement, dans la concaténation logique des phénomènes descendant, par Acte de Création, d'un premier mouvement créateur, et qu'en cette qualité la vie ne devrait pouvoir être conçue que comme formée elle-même, dans sa substance, par les forces de la physique et de la chimie, et, par suite, que comme uniquement gouvernée, elle aussi, par les principes et lois des dites sciences. Et l'on pourrait aussi ne pas éprouver le besoin de créer, pour elle, l'intervention de quelque force particulière et mystérieuse, ou « force vitale ». [2] Mais il me semble aussi que l'on ne peut pas ne point reconnaître, pour la vie, une forme de manifestation des forces déjà connues par les sciences susdites, une forme toute particulière, spécifique et exclusive, et pour laquelle on doit admettre une distinction et une individuation qui se manifestent précisément dans les propriétés, tout à fait caractéristiques et exclusives, des phénomènes vitaux.

Et étant intégralement formée par les seuls forces et principes de la physique et de la chimie qui agissent dans le fond le plus intime de la cellule, la vie ne peut qu'être, elle aussi, en un étroit rapport de liaison et de dépendance avec l'état des forces cosmiques qui, de l'extérieur, agissent sur la vie même. D'où il devrait nécessairement s'ensuivre qu'à mesure que, dans

[1] L'existence de la vie à l'état moléculaire ou micellaire est peut-être une réalité et il est à présumer que c'est dans cet état qu'elle exista sur la Terre aux temps de sa détermination initiale et de sa différenciation du monde inorganique. Mais à l'époque actuelle, par les conditions particulières dans lesquelles elle se révélerait (ultravirus et cas similaires), elle réclame peut-être une interprétation toute propre, laquelle n'infirme pas du tout (mais confirmerait plutôt) l'irréductibilité de la vie — dans les conditions actuelles du milieu extérieur à l'organisme — à des formes plus simples que la forme cellulaire. (Cf. « Rivista di patol. e Clin. della Tubercolosi », vol. VI, 1932, p. 617: *Resoconti della Federaz. ital. contro la tubercolosi*, séance du 5 juin 1932, discussion sur le lymphogranulome.

[2] Ces idées, que l'on pourrait, aussi bien, croire relativement modernes, s'étaient déjà présentées à l'esprit de penseurs d'autrefois, et même de temps lointains. Je tire d'un ouvrage digne de considération malgré ses aspects modestes (P. L. PERA, O. S. A., *La creazione simultanea e virtuale secondo S. Agostino*, Tip. Artigianelli, Firenze, 1928, vol. I, chap. 2 et 3), les citations suivantes. Selon saint Augustin, « Dieu créa un certain nombre de choses actuellement, comme la matière première, et d'autres seulement *potentialiter, causaliter, quomodo fiunt futura non facta* »..... « *Rebus factis rerum faciendarum causas inserebat, et omnipotenti potentia futura faciebat* » (*De genesi ad litt.*, livre VI, chap. VI et VIII). Et, selon Newton (*Principes de philosophie naturelle*): « Puisque la nature ne fait rien en vain et que dans toute son œuvre elle est simple, et qu'elle n'abonde pas en causes superflues, il ne faut pas admettre d'autres causes que celles nécessaires pour expliquer les phénomènes ». « Ce principe, ajoute l'auteur, se retrouve chez Aristote, chez Dante, chez Galilée », et il est aussi de commun consentement.

le lent processus de l'évolution cosmique, l'état des forces extérieures se modifie, la vie elle-même se modifie et évolue dans ses attitudes de réaction. [1]

Nous devrons donc encore nous résigner à renoncer au rêve de Claude Bernard, « d'arriver à supprimer la « vie » de l'explication des phénomènes tant physiologiques que pathologiques », parce que, dans l'étude des phénomènes vitaux, on ne peut pas encore faire abstraction de l'élément « vie », quelle que soit la façon dont on l'entend, et que la biologie en reste fatalement tout imprégnée encore, avec toutes les inconnues qu'il entraîne avec lui.

***

Mais si nous en venons à considérer non plus le phénomène « vie » en lui-même, mais dans ses manifestations les plus complexes, telles qu'elles se présentent à nous, par exemple, dans les organisations et spécialement dans les plus élevées, il apparaîtra évident que la détermination des phénomènes y relatifs, déjà secondaires eux aussi, doit dépendre du changement des conditions dans l'état des forces qui, de l'extérieur, agissent sur la vie, et que leur cause doit être recherchée en premier lieu en suivant les principes connus des sciences positives susdites, c'est-à-dire de la physique et de la chimie.

En c'est en suivant la directive de ces critères que peut-être l'on pourra avec un peu plus de fondement scientifique arriver à interpréter beaucoup des phénomènes secondaires que la vie nous présente, dans ce qui reste encore en eux d'obscur et d'indéterminé.

Parmi ces phénomènes, outre ceux, plus généraux, qui touchent à l'évolution de la vie à la surface de la Terre, nous citerons d'autres phénomènes secondaires, tels que ceux relatifs à l'organisation ou état d'organisation, qui se rattachent à ceux de l'évolution, ainsi que la sénescence et la mort qui succèdent fatalement à l'ascension constructive de l'individu organisé; et peut-être aussi le problème de la signification de la fécondation et du sexe; puis, dans la pathologie, avec les processus de régénération, le problème si tourmenté des tumeurs; et encore des phénomènes secondaires, mais qui se déterminent en rapport avec les contingences de la vie de relation, parmi lesquels l'alternance rythmique de période de travail et période de pause ou de repos, où la cellule est appelée à remplir une fonction avec production d'activités spécifiques, et parmi ceux-ci le problème de la signification du sommeil dans la nature et du rythme entre le sommeil et la veille, et ainsi de suite.

***

Un fait qui me semble devoir être considéré avant tout, c'est que, par son état d'organisation, la matière organique exprime déjà un état de force particulier qui englobe tout l'organisme dans une unité complexe et indissoluble, où ce même organisme est allé s'intégrant avec ses diverses différenciations spécifiques durant le cours de l'évolution cosmique et, par suite, à travers l'évolution de l'état des forces cosmiques à la surface de la Terre.

De là devrait aussi dériver, semble-t-il, que les conditions de détermination des phénomènes secondaires indiqués ci-dessus sont à rechercher dans les rapports réciproques entre la force qui agit de l'intérieur pour la vie

[1] Voir aussi *Commemorazione di Giuseppe Sperino. Breve commento alla dottrina della discendenza,* dans « Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena », série VI, vol. II, 1928.

(force par laquelle la matière organique se recrée elle-même indéfiniment), ou « force végétative » et de caractère par conséquent essentiellement expansif et absolument caractéristique de la vie, et les forces cosmiques qui, de l'extérieur, agissent sur la vie en un lent, mais continuel changement d'état en rapport, lui aussi, avec l'évolution cosmique, et contre les modifications desquelles la vie, pour se conserver, réagit par des adaptations, en vertu de ses propriétés caractéristiques de sensibilité et de réactivité.

Une évolution du plus simple au plus complexe, qui se serait déterminée dans la matière vivante seulement par elle-même et non par des nécessités physiques déterminées, elles, par des changements d'état des forces extérieures, m'apparaît presque inconcevable, attendu que l'intervention d'une action réactive plasmatrice des organismes et des formes me semble se manifester déjà de toute évidence; et sans une évolution graduelle dans les êtres vivants, parallèle à et en rapport avec une évolution graduelle des conditions et des causes qui l'ont déterminée, en dépendance d'un graduel changement d'état et de conditions du milieu, il semblerait qu'eussent dû manquer aux organismes les conditions nécessaires à leur existence même et à leur survivance. En d'autres termes, il semblerait qu'on dût admettre que ce n'est pas la forme par elle-même qui évolue en se ramifiant de diverses manières et qui en vient d'une certaine façon à s'arrêter lorsqu'elle a atteint ses fins par l'intégration des organismes et des formes dans les diverses espèces, mais que c'est au contraire l'espèce qui, dès sa première origine, évolue par des attitudes progressives de réaction, parallèlement à l'évolution de l'état du milieu cosmique et, par suite, aussi des conditions d'état et d'action des forces cosmiques à la surface de la Terre, forces qui, dans leur lent et progressif changement au cours de l'évolution, entraînent avec elles la vie, laquelle évolue à son tour par attitudes réactives, les diverses formes se déterminant ainsi dans une direction qui dépend des conditions intimes biochimiques et biophysiques particulières et déjà distinctes pour les divers plasmas originaires.

Et, en ce sens, l'évolution pourrait aussi être dite *créatrice*, en tant que par elle, en un premier temps, la vie se crée par la détermination, à la surface de la Terre, des conditions nécessaires à sa première apparition, et que, en second lieu, par des changements de réaction aux modifications évolutives de l'état à la surface de la Terre, la vie aurait accompli son évolution jusqu'à l'état actuel.

L'ordre logique et la concaténation des causes et des conséquences dans les phénomènes évolutifs, déjà préétablis dans l'Acte Créateur par la Puissance Divine Créatrice, ne sont point interrompus par la vie, et celle-ci n'y constitue point une exception: son apparition, puis son évolution jusqu'à l'état actuel se trouvent déjà implicitement dans le développement logique du premier mouvement créateur, dont l'apparition de l'Homme est le couronnement et peut-être aussi la fin.

Et c'est aussi au cours des époques géologiques les plus reculées que, semble-t-il, les formes représentatives d'espèces disparues émergent peut-être davantage que celles à qui l'on peut, avec quelque plausibilité, attribuer les caractères de formes de transition aux formes actuelles. Et je serais tenté aussi de dire que l'on ne peut même pas considérer comme facilement admissible l'idée que, dans les conditions actuelles de l'état des forces cosmiques à la surface de la Terre et, par suite, aussi, dans des conditions externes sem-

blables à celles du milieu physique actuel, outre l'impossibilité (déjà rappelée ci-dessus) de la naissance spontanée de la vie, aient pu vivre et durer des organismes non constitués dans les formes où nous les voyons actuellement; et aucune donnée certaine ne semble non plus se présenter dans l'état actuel, à laquelle on puisse attribuer une signification d'évolution progressive au sein de l'espèce.

Par contre aussi, il apparaîtrait comme au moins présumable que si les dites conditions à la surface de la Terre étaient restées toujours égales depuis le moment où la vie y est apparue, celle-ci aurait dû s'y maintenir, elle aussi, dans son état primitif d'apparition et en parfait équilibre de réaction avec l'état des forces extérieures, au lieu d'évoluer vers des formes si complexes, car il est à supposer qu'elle a dû trouver dans ces mêmes conditions celles qui étaient nécessaires et suffisantes à sa survivance et conservation.

Partant, la vie n'aurait pas évolué à la surface de la Terre de par elle-même, et pour elle seule, et pour une fin propre, toute fin dans la Création étant déjà implicite dans le développement logique des phénomènes à partir du premier Acte Créateur; mais bien par une continuelle adaptation d'action et de réaction de l'inépuisable potentialité végétative initiale aux changements d'état des forces cosmiques en continue et progressive évolution. Et par les mêmes conditions, la vie devrait fatalement disparaître de la Terre, en conséquence de la même évolution cosmique par laquelle elle a été créée. La vie apparaît à la surface de la Terre à une période déjà relativement avancée de son évolution; et c'est au point culminant de l'évolution terrestre que semble être apparu l'Homme, seule Créature Consciente, au-dessus des êtres de la Création, et s'en distinguant par ses attributs spirituels. Des phases qui l'ont précédé, on ne sait rien, et aucune illation ne semble pouvoir être admise pour aucun fait certain. [1]

***

Que pour l'état d'organisation soient en action deux formes d'énergie différentes et opposées l'une à l'autre, c'est ce que semblerait déjà rendre évident, à lui seul, le fait que la potentialité végétative primitive, et illimitée, en passant à l'état d'organisation, subit sans doute des limitations, au point même de s'arrêter dans ses manifestations une fois que l'organisme a atteint son complet développement, mais que cependant elle ne disparaît ni ne s'éteint: au contraire, elle donne des signes manifestes de son activité potentielle et latente, et cela de très nombreuses façons, aussi bien dans l'état physiologique que dans l'état pathologique. D'où il suit que l'état d'organisation devrait être conçu, semble-t-il, comme intégralement réalisé par l'action de deux forces contraires, agissant respectivement au plus intime de l'état dynamique de la cellule organisée, à savoir: d'une part, l'énergie ou force végétative, de caractère expansif, qui lui vient de la cellule germinale et de laquelle tous les phénomènes vitaux tirent leur empreinte la plus caractéristique; et, d'autre part, une force qui s'engendre avec l'organisation et

[1] Il viendra peut-être un temps où l'on sera stupéfait que l'on ait pu penser que le cerveau humain est allé se développant jusqu'à sa forme actuelle par superposition d'idées en partant d'un cerveau d'abord rudimentaire et originairement, et sous tous les rapports, animal, et que ce n'a pas été, au contraire, la faculté de l'Idée et de la Pensée, préétablie, et descendue à la Nature Humaine, qui en a, dès le début, déterminé et dirigé le développement dans le sens humain et spirituel.

par l'organisation, et dont l'action dans l'intimité de la construction moléculaire et atomique de la cellule s'oppose au libre développement du mouvement végétatif, opposition par laquelle la multiplication cellulaire en vient à être limitée et contrainte dans un champ déterminé d'action, ou de force, ou d'organisation, ou de polarité, [1] si l'on veut s'exprimer ainsi, de sorte que ce champ pourrait être comparé à celui de la force qui, pour le monde inorganique, agit dans le phénomène de la cristallisation. [2]

Dans l'état actuel, il est impossible de reconstruire, je dirais presque même avec l'imagination, les formes qui, depuis les origines, ont précédé les formes actuelles au cours de l'évolution terrestre; mais en suivant ces

[1] La polarité est une forme de manifestation de l'énergie, commune aussi bien à l'électricité qu'à la gravité, desquelles on constate l'existence et connaît les effets, mais en en ignorant totalement l'origine première et l'essence, et auxquelles on peut réduire toutes les forces qui sont en œuvre dans l'univers. Mais si l'on y regarde bien, dans cette forme de manifestation de force peuvent entrer aussi bien l'électricité que la gravité, de sorte que ces deux dernières formes d'énergie en viennent à être elles-mêmes réductibles à une seule forme de manifestation, à savoir la polarité, à laquelle toutes les forces finiraient par être réductibles, de l'infiniment grand à l'infiniment petit au plus intime de l'atome. D'où il résulterait que la polarité peut véritablement exprimer la force universelle dans sa forme première et élémentaire, et qu'elle se développe dans tous ses effets par l'évolution de l'univers.

L'organisation implique un état de force, ou force d'organisation, qui est à son tour une forme de manifestation de la polarité. Elle se détermine dans le développement embryonnaire dès la première division de la cellule fécondée, entre les deux premières cellules qui en dérivent et qui restent unies par elle, polarisées en signe opposé vers un centre commun de polarité; et c'est par son action qu'est dirigé et réglé le développement de l'organisme. Le long des voies de conduction de cette forme d'énergie qui se crée par l'organisation (voies auxquelles on pourrait, en une certaine façon, faire correspondre dans la division cellulaire ce que l'on appelle les lignes de force), se déterminent les conditions physiques et physico-chimiques d'où dépendra la différenciation *in loco* des éléments des voies nerveuses convergeant vers le centre de polarité du nouvel organisme en formation, le système nerveux central s'intégrant, dans la complexité successive des organisations, comme organe de réception et d'émission, et en même temps d'élaboration du fluide nerveux.

Cf. aussi TAROZZI e GARDINI, *Osservazioni anatomiche sull'apparato gangliare ipogastrico nel bambino e nella vita embrionale* etc., dans « Arch. Ital. di Urologia », vol. XI, fasc. VI, Bologna, 1933.

[2] L'action et la direction opposée et symétrique vers un centre de polarité de cette force inhérente à l'état d'organisation se manifeste aussi, me semble-t-il, dans les formations, parfois très compliquées, des monstres doubles ou multiples. Et peut-être ne serait-il pas à exclure *a priori* que l'action par laquelle, sous l'influence de la vie, se détermine le phénomène de la dissymétrie moléculaire (qui fait que les atomes, dans la constitution de la molécule organique, se trouveraient dans une disposition et une orientation en sens opposé — droit et gauche — dans des molécules différentes du même corps, et identiques pour tous les autres caractères et propriétés, orientation opposée d'où dépendrait la déviation opposée, à droite et à gauche, sur le plan de la lumière polarisée), puisse avoir quelque rapport avec la direction des forces qui président à l'organisation. Il est en dehors de toutes mes possibilités de me rendre un compte plus précis de ces faits, pourtant si intéressants, et encore obscurs, qui ont trait à la vie. A propos des actions qui pourraient entrer en jeu dans la détermination de la dissymétrie moléculaire — découverte par Pasteur, qui l'a longuement étudiée et observée durant des années —, Pasteur s'exprime ainsi: « Il y a évidemment des causes à ces curieuses manifestations du jeu des forces moléculaires. Les indiquer d'une manière précise serait assurément chose bien difficile. Mais je ne crois pas me tromper en disant que nous connaissons un de leurs caractères essentiels. N'est-il pas nécessaire et suffisant d'admettre qu'au moment de l'élaboration dans l'organisme végétal des principes immédiats, une force dissymétrique est présente?... Ces actions dissymétriques placées peut-être sous des influences cosmiques, résident-elles dans la lumière, dans l'électricité, dans le magnétisme, dans la chaleur? Seraient-elles en relation avec le mouvement de la Terre, avec les courants électriques par lesquels les physiciens expliquent les pôles magnétiques terrestres? Il n'est pas même possible aujourd'hui d'émettre à cet égard les moindres conjectures. Mais je regarde comme nécessaire la conclusion de l'existence de forces dissymétriques au moment de l'élaboration des produits organiques naturels, forces qui seraient absentes ou sans effet dans les réactions de nos laboratoires, soit à cause de la brusque action de ces phénomènes, soit pour toute autre circonstance inconnue » (Œuvres de Pasteur, Masson, Paris, 1922, t. I, p. 342. *Dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels*, leçon à la Société de Chimie de Paris, 1860).

critères, on pourrait aussi concevoir au moins comme possible et comme s'accordant avec les principes susdits, que sur les limites extrêmes ou périphériques des premières constructions cellulaires disposées en opposition et orientées vers leur centre de polarité, l'action de cette force sur les éléments liés dans l'organisation aille en diminuant à mesure qu'ils sont plus éloignés du centre de polarité (d'une façon comparable, du reste, à ce qui se vérifie pour les rayons polaires autour des pôles d'un aimant ou d'un champ magnétique) et que réapparaisse alors dans son efficience la potentialité végétative et reproductive illimitée, telle qu'elle est propre aux cellules germinales, capables de recommencer le cycle évolutif vital qui s'était clos avec l'intégration de l'organisme. Et la masse somatique amenée par les contingences extérieures aux diverses différenciations fonctionnelles et destinée à assurer la survivance de la cellule germinale, à la suite et par l'effet de l'état même d'organisation, serait fatalement destinée à l'épuisement et à la mort.

***

Une autre fois déjà, j'ai eu l'occasion d'indiquer la possibilité de donner une interprétation tout au moins probable de ce que signifie la fécondation, en la ramenant à des nécessités de conditions qui se sont créées avec l'état d'organisation.[1] Elle apparaît dans la nature lorsque se détermine l'état d'organisation, et comme un événement nécessaire pour que puissent se continuer dans le temps l'individu organisé et, par lui, l'espèce. Et, fondamentalement, le phénomène se réduit, dans tous les cas, à la fusion de deux cellules de sexe opposé, pour que puisse se reconstruire l'organisme nouveau.

Quelques apparentes exceptions chez les êtres situés le plus bas sur l'échelle de la nature pourraient tout au plus suggérer des recherches touchant les conditions d'une telle apparence: elles sont sans valeur pour infirmer la règle, qui a des caractères de généralité pour tous les êtres qui se sont élevés à l'organisation.

Et dans les phénomènes qui accompagnent le processus de la fécondation, même si l'on fait abstraction de ce qui peut être l'expression morphologique de ce processus, deux faits émergent qui, par leur façon de se manifester, pourraient aussi être considérés comme de caractère parfaitement physique, et qui sont en même temps d'une importance capitale, précisément aussi par la signification qu'ils pourraient avoir.

L'un est celui de la répulsion que l'on constate entre les deux noyaux de division dans les cellules germinales, par le phénomène dit de réduction, qui précède la fécondation et qui donne lieu, dans la cellule féminine, à l'émission de ce que l'on nomme le globule polaire; et l'autre, diamétralement opposé, consiste au contraire dans l'attraction réciproque entre les deux cellules germinales réduites et de sexe opposé, et conduit à l'intime fusion de la substance nucléaire en une cellule unique, par laquelle seulement pourra commencer la construction de l'embryon et du nouvel organisme.

Pour autant qu'il m'apparaisse, il pourrait être difficile de ne pas reconnaître, pour ces phénomènes, une parfaite analogie avec celui de la répulsion et de l'attraction magnétiques entre des masses respectivement polarisées en signe égal et en signe opposé; et difficile aussi de ne pas penser

[1] *Sulla natura del blastoma*, dans « Memorie della R. Accademia dell'Istituto di Bologna », série IX, t. II, 1934-35.

qu'à leur détermination doive correspondre une orientation dynamico-magnétique différente et opposée de l'état des forces intracellulaires en jeu entre les deux cellules de sexe opposé.

La cellule organisée, comme nous l'avons déjà dit, se reproduit dans la sphère (ou le champ) d'action de la force d'organisation, force que nous avons cherché, plus haut, à identifier dans son action et dans sa forme, et, par suite, avec une polarité déjà orientée dans son intime dynamisme moléculaire et atomique vers le centre de polarité de l'ensemble organique, donc en sens opposé en partant des deux côtés du plan de symétrie par rapport au centre d'organisation. Aux deux extrémités distales opposées, déjà plus éloignées de l'influence du centre de force et de polarité, le lien de l'organisation, comme nous l'avons déjà dit aussi tout à l'heure, pourrait se relâcher dans les cellules germinales et la potentialité végétative pourrait réapparaître dans son efficience. Mais pour que l'organisme puisse se reconstruire, il est nécessaire que, par l'attraction réciproque, les deux cellules germinales de signe opposé se rencontrent et, se fondant réciproquement noyau à noyau, et peut-être aussi molécule à molécule, neutralisent les polarités respectives. C'est alors seulement que, dans le système des forces intracellulaires de la cellule résultant du processus de la fécondation, pourra se former un nouveau centre de polarité et se reconstruire le nouvel organisme. Tout être vivant organisé devrait ainsi avoir initialement en lui le double sexe, et la séparation des sexes en organismes distincts ne devrait s'être établie que secondairement. Et il est possible qu'il en ait été ainsi; et les deux sexes se maintiennent encore unis dans bon nombre d'organismes inférieurs.

Le problème de ce que signifie la fécondation est des plus obscurs et des plus difficiles à interpréter. Pour ma part, je n'ai voulu qu'arrêter un moment l'attention sur une des possibilités conceptuelles d'interprétation que l'on peut envisager, possibilité qui apparaîtrait cohérente aussi avec tout ce qui a été dit ci-dessus à propos de l'état d'organisation.

***

S'il y a véritablement en jeu, pour l'état d'organisation, deux manifestations de force différentes, à savoir une force de caractère expansif, ou force végétative, venant la première dans la matière vivante, et une force dont l'action sur celle-ci tend au contraire à la retenir, cette seconde force se déterminant en second lieu, lorsque se déterminent les conditions de l'organisation, on pourrait peut-être aussi se rendre compte des mécanismes selon lesquels est réglé et contenu le développement de l'embryon,[1] ainsi que de la prolifération dans les processus de régénération, quand une cause quelconque est venue interrompre ou, en tout cas, perturber sur un point de l'organisme la continuité normale d'action de l'état d'organisation sur les éléments cellulaires liés dans l'organisation.

Mais, dans ces conditions, la perturbation qui se produit dans les rapports d'état entre les deux forces organisatrices est, de sa nature, passagère, puisque dans les cellules régénérées, une fois écartées les causes de la perturbation, se rétablit graduellement, dans son efficience, la faculté de se lier de nouveau dans le système dynamique de l'état d'organisation,

[1] Cf. aussi TAROZZI e GARDINI, *Osservazioni sull'apparato gangliare ipogastrico* etc., dans « Arch. Ital. di Urologia », vol. XI, 1934, fasc. VI.

faculté propre à toute cellule organisée; et, par là, la prolifération s'arrête et le processus passe à la guérison.

C'est précisément dans le rétablissement de cette faculté que résident la différence fondamentale et l'opposition nette qu'il faut reconnaître entre les processus de régénération et le processus blastomateux, comme j'ai eu, d'autres fois déjà, l'occasion de le dire.[1]

Dans le processus blastomateux, on voit la cellule organisée se dépouiller progressivement de sa faculté organisatrice et constructive, que cela se fasse spontanément ou sous l'influence de diverses autres causes prédisposant la cellule organisée à cet état particulier ou favorisant le passage au dit état, que l'on peut substantiellement faire correspondre à un état de dégénération en tant que, par lui, la cellule perd les caractères qu'elle avait acquis dans sa montée vers l'organisation. Et avec la faculté organisatrice s'en vont aussi, la plupart du temps, se perdant graduellement les caractéristiques morphologiques de la différenciation spécifique. Il n'y a donc pas tendance, comme on a coutume de le dire improprement, vers l'état embryonnaire, mais bien vers l'état diamétralement opposé, à savoir celui de cellule qui n'est plus susceptible d'organisation; la cellule embryonnaire, au contraire, est éminemment organisatrice.

La cellule tombée en dégénération blastomateuse finit par se comporter, vis-à-vis de l'organisme auquel elle appartenait à l'origine, comme un vrai et propre parasite, qui l'exploite pour ses propres exigences végétatives et l'envahit graduellement, progressivement.

* * *

Un autre ordre de phénomènes peut être l'objet de notre examen, envisagé en rapport avec les critères et les idées que nous avons cherché à appliquer jusqu'ici pour l'interprétation des phénomènes qui se sont déterminés primitivement et en relation avec l'état d'organisation. C'est un ordre de phénomènes qui sont bien, eux aussi, subordonnés à l'organisation, mais qui dans leur apparition lui sont déjà secondaires et qui se déterminent spécialement en dépendance et par les exigences de l'évolution de la vie de relation. Parmi ces problèmes se présente avant tout la nécessité du rythme entre l'état de fonctionnement et l'état de repos, à quoi se rattache le problème de la signification du sommeil dans la nature.

Pour aborder les problèmes inhérents à cet ordre de phénomènes, il me semble nécessaire de fixer d'abord les idées sur les notions que nous pouvons et devons nous former concernant l'état et l'attitude particulière où la cellule vient à se trouver à la suite d'un stimulant quelconque lui venant de la vie de relation, et par lequel elle entre en état de réaction, ou, ce qui est la même chose, par lequel elle se met en fonction pour la vie de relation. A cet égard, il me semble qu'à ce nouvel état, qui par son origine et sa nature est réactif et dynamique, en même temps que transitoire, doit à son tour correspondre aussi un changement ou une attitude nouvelle (qui se détermine dans l'état intime de la cellule déjà organisée et qui s'exprime par le ton fonctionnel) permettant que s'effectuent les processus par lesquels

[1] *Sulla natura del blastoma*, loc. cit., et *Osservazioni istologiche ed istogenetiche sul glioma. Considerazioni sulla genesi del fenomeno blastomatoso*, dans « Riv. sperimentale di Freniatria », Reggio Emilia, 1925 e « Atti del III° Congresso Nazionale della Lega Italiana contro il Cancro », Roma, 1933.

des énergies doivent se transformer pour accomplir leur labeur spécifique. Attitude, donc, essentiellement dynamique elle aussi, mais différente de l'attitude primitive de l'état végétatif, car elle implique, au contraire de celle-ci, emploi et transformation d'énergie pour une finalité assumée secondairement par la cellule, et qui s'exprime dans l'acte réactif et se réalise dans son effet fonctionnel. Par cette condition nouvelle qui s'est créée avec la vie de relation, la cellule doit temporairement sortir de sa passivité végétative pour assumer le rôle — qu'on me permette cette comparaison — d'une machine microscopique qui se met sous tension et se dispose à produire son travail.

A ce nouvel état où la cellule vient à se trouver lorsque, par la vie de relation, elle prend l'attitude réactive, il me semble à tout le moins très probable que doit correspondre aussi un changement d'état dans le dynamisme intracellulaire, changement d'état qui, par de nombreuses manifestations, se montre en antagonisme avec les processus de l'état purement végétatif. Cette possibilité de changement d'état dans l'intimité des processus biophysiques et biochimiques intracellulaires, entre la condition de l'état inerte ou végétatif et celui d'activité pour la vie de relation, est tout à fait particulière, elle aussi, aux combinaisons vitales, et reste donc, elle aussi, totalement inconnue dans son mécanisme intime de détermination et d'effectuation. Mais elle n'en est pas moins réelle, du moins par tout ce qui semble pouvoir être déduit de ses effets, qui se révèlent surtout dans l'antagonisme entre l'état où la cellule se met en fonction pour la vie de relation, et l'état de passivité végétative où elle se trouve comme simple partie constituante d'une masse de cellules organisées; antagonisme qui se révèle même dans ce seul fait qu'à l'état de ton fonctionnel pour la vie de relation succède inévitablement dans la nature l'épuisement fonctionnel, avec une pause ou période de repos, et qui s'exprime par le rythme, à l'aide duquel la cellule se ramène en quelque sorte à sa condition primitive de l'état de passivité végétative et, par là, se replace dans des conditions propres à supporter l'état de la période de travail qui va suivre. Et si à la période d'activité fonctionnelle ne correspond pas une période adéquate de repos, la cellule endure une souffrance à laquelle succèdent, plus ou moins précocement, la dégénération et la mort.

Les mêmes critères, appliqués à l'interprétation de l'origine de l'alternance rythmique de la veille et du sommeil, dont on examinerait les conditions respectives, pourraient nous aider à comprendre ce que peut véritablement signifier dans la nature l'état de sommeil.

Autant que je sache, ce n'est que rarement — et peut-être jamais — qu'a été posée la question de savoir lequel venait le premier de ces deux états de l'organisme si universellement présents et alternant dans l'existence des êtres qui ont des fonctions déterminées par la vie de relation; et l'on tend plutôt, en général, à faire dépendre l'état de sommeil de celui de veille, comme si le premier se déterminait en conséquence de l'autre et était donc secondaire par rapport à celui-ci.

Et pourtant, dans la recherche de la raison première et de la signification du sommeil, il me semble qu'il est impossible de ne pas commencer par poser et résoudre cette question, à laquelle pourraient bien être subordonnés tous les autres problèmes relatifs à l'état de sommeil.

L'état inerte auquel s'abandonne l'ensemble organique avec la suspension des facultés sensitives conscientes, de la conscience et de toutes les activités spécifiques des mécanismes qui se sont créés par la vie de relation et qui sont en œuvre pour elle, peut être rattaché, en quelque manière à l'état végétatif tel qu'il dure, de façon soit continue, soit presque continue, dans les organismes inférieurs. Il correspond à l'état de l'embryon et du fœtus dans l'utérus maternel. L'état de veille, par contre, pourrait être conçu comme un état de réaction aux stimulants provenant tant de l'intérieur que de l'extérieur, en dépendance des contingences et exigences nouvelles qui se créaient à la suite du lent et progressif changement des contingences et du milieu extérieur, changement correspondant à l'évolution de l'état cosmique à la surface de la Terre, jusqu'à l'état actuel.

L'état que l'on appelle communément état « de veille » est propre aux organismes qui, à l'origine déjà, possédaient dans la constitution et dans les propriétés biophysiques et biochimiques des plasmas respectifs les conditions adéquates à leur montée vers l'organisation supérieure, conditions distinctes dès l'origine pour les diverses espèces, chacune réagissant pour sa propre conservation au cours de l'évolution cosmique et terrestre (de la façon et dans la forme exclusivement propres à chacune d'entre elles) au progressif changement d'état à la surface de la Terre, suivant une ascension évolutive déjà prédestinée dans la constitution intime des plasmas respectifs.[1]

L'état de sommeil, qui investit surtout les activités supérieures et conscientes, trouve son équivalent biologique dans la pause qui succède nécessairement à la période d'autre activité quelconque déterminée secondairement par la vie de relation.

La veille, comme état dynamique de réaction, contraste avec l'état primitif de la passivité, propre à l'état végétatif. Et la potentialité de l'élément nerveux en fonction pour l'état de veille, qu'il soutient, doit, par cet état de veille, nécessairement s'épuiser; et, devenu insensible et incapable de réaction, l'élément nerveux se réabandonne automatiquement à l'état de passivité végétative, ou de sommeil, où il se rétablit dans les conditions de sa potentialité réactive, nécessaire pour se soutenir dans le ton fonctionnel.

Le retour périodique, après la veille, à l'état de sommeil est donc inévitable et ne saurait être supprimé dans les conditions physiologiques. D'où il suit aussi qu'aucun moyen ne peut physiologiquement permettre de supporter l'insomnie au delà d'une limite maximum de résistance. [2]

L'état de sommeil pourrait ainsi se ramener dans la nature à l'état primitif d'où l'état de veille est venu comme fonction déterminée secondairement par la vie de relation.

Bologna, R. Università.

GIULIO TAROZZI

(Traduit par H. Buriot-Darsiles, Moulins-s-Allier).

[1] Cf. aussi *Commemorazione di Giulio Valenti*, dans « Rendiconto delle sessioni della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna », année académique 1932-33.

[2] Cf. G. TAROZZI, *Sull'influenza dell'insonnio sperimentale sul ricambio materiale*, dans « Rivista sperimentale di Freniatria », Firenze, 1898.

PAOLO BONETTI - *Direttore responsabile.*

MILANO - TIPO-LITOGRAFIA TURATI LOMBARDI E C.